



**Instituto Politécnico de Tomar**

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**José Manuel Pires Nunes Barreto**

## **Estudo de ETAR**

Relatório de Estágio realizado na Camara Municipal de Vila De Rei

Orientado por:

Professor Doutor Mário Hélder Rodrigues Gomes

“ Instituto Politécnico de Tomar ”

Engenheiro Luis Manuel Cardiga Lopes

“ Camara Municipal de Vila De Rei ”

Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico  
de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários á obtenção do grau de Mestre  
em Mestrado em Engenharia Eletrotécnica



Aos meus pais, Diamantino e Lucília e irmãos,  
padrinho de batismo e amigos.









Só há duas maneiras de viver a vida:

A primeira é vive-la como se os milagres não existissem.

A segunda é vive-la como se tudo fosse um milagre

Albert Einstein



## RESUMO

---

O Relatório que me proponho apresentar é o terminar de um percurso académico com ingresso na licenciatura em Engenharia eletrotécnica e de computadores e que se conclui com o finalizar do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica com a especialização no ramo de controlo e Eletrónica Industrial

Neste relatório pretende – se sintetizar o estágio curricular que ocorreu entre Novembro 2013 e Agosto de 2014, por forma a aplicar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, sendo a Empresa acolhedora a Camara Municipal de Vila De Rei, com sede em Vila de Rei e Distrito de Castelo Branco.

A Camara Municipal é uma entidade Publica, sendo que o local onde efetuei o estágio foi no gabinete de obras Particulares e obras públicas, que no seu essencial se dedica ao licenciamento de Projetos de obras particulares e ao lançamento de empreitadas públicas e fiscalização das mesmas.

Contudo, dadas as diversas especialidades técnicas em que a Camara Municipal atua, no decorrer do Estagio a área específica em que estive envolvido foi no estudo de uma ETAR pertencente ao pelouro da responsabilidade das obras Publicas.

No decorrer do estágio as áreas específicas em que estive envolvido no estudo da ETAR foram executar o desenho de arquitetura da ETAR, projeto elétrico e ainda localização dos equipamentos que compõem uma ETAR e descrever o funcionamento da mesma.

Dentro do projeto de instalações elétricas vários foram os trabalhos realizados, levantamento da rede elétrica do edifício, iluminação exterior, ligação dos equipamentos exteriores e ainda do P.T (Posto de transformação), e o estudo da parte elétrica de comando e controlo da estrutura da ETAR e ainda o seu Funcionamento.

**Palavras-chave:** ETAR – Elétrica, Comando e Controlo



## ABSTRACT

---

The report that I want to present is the end of a Master in Electrotechnical Engineering with specialization in the field of control and Industrial Electronics

This report aims to complete the cycle of studies that took place between November 2013 and January 2014, whose objective was to deepen the knowledge acquired in the Master in Electrotechnical Engineering, in the Town hall of Vila de Rei,

The Town hall is a public entity, and the place where I did this internship was in the department of private and public works, which is mainly dedicated to the licensing of Projects of particular works and to the launching of public works as well as their supervision.

However, due to the various technical specialities in which the Town hall operates, during the Internship the specific area in which I was involved was a WWTP belonging to the responsibility of public works.

During the internship I was involved in the study of the WWTP, the design of the WWTP architecture, the electrical design and also the location of the equipments a WWTP is made of and to describe how it works.

Within the project of electrical installations many things were done: survey of the electrical network of the building, exterior lighting, connection of external equipment and also of the PT (Transformation Station), the study of the electrical part of command and control of the structure of the WWTP and its operation.

**Keywords:** ETAR Electrical, Command and Control





## AGRADECIMENTOS

---

Em primeiro lugar, aos meus pais e irmãos pelo companheirismo e ajuda e terem sido as principais pessoas a darem-me força nesta fase da vida em que me encontro, o que me permitiu evoluir profissionalmente levando – me a adquirir conhecimentos ao longos deste Anos. Com muita pena e tristeza tenho de a minha querida mãe não estar entre nós para ter visto que terminei este percurso onde ela me deu tanta força para terminar esta jornada da minha vida, que Deus a tenha em paz e descanso.

Durante a realização do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial e numa fase final a realização do estágio Curricular, varias foram as dificuldades superadas. Desta Forma que se aproxima mais uma fase final do meu percurso académico conseguido com muito esforço e dedicação, cabe – me agradecer a todos aqueles que contribuíram diretamente ou indiretamente para que tal fosse possível.

É de relevar o meu agradecimento ao corpo docente do M2E pelo apoio e disponibilidade durante os dois anos na realização do Mestrado em Engenharia eletrotécnica, o meu bem-haja.

Quero também prestar os mais sinceros e cordiais agradecimentos ao meu orientador, Professor Doutor Mário Hélder Rodrigues Gomes pela sua disponibilidade e pelo acompanhamento.

Quero também deixar uma palavra de agradecimento ao engenheiro José Fernandes e ao professor doutor Paulo Coelho e ao Drº Manuel Barros pelos ensinamentos durante o tempo de estudos na Licenciatura e no Mestrado, que também contribuíam para o desempenho deste trabalho.

E por último a todos os professores pela disponibilização dada ao longo destes anos, e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, e ainda agradecer a todos os meus colegas, nomeadamente ao Joaquim Balasteiro, Ricardo Filipe Caldeira Mateus e amigos que me acompanharam neste percurso da minha vida.

E por fim também um agradecimento aos funcionários que trabalham na biblioteca, reprografia e no Departamento de Engenharia e Mestrado, nas secretarias, no Bar e

refeitório e a todo o pessoal da limpeza que desta forma ajuda ao bom funcionamento desta escola.

Agradecer ao Presidente da Camara Municipal de Vila de Rei Drº Ricardo Aires pela realização do estágio nesta instituição e ao meu orientador da Camara Municipal de Vila de

Rei, Engenheiro Luís Manuel Cardiga Lopes e também ao Encarregado pela parte Elétrica dos serviços Camarários Srº Júlio da Silva Macieira Delgado Dias e também a Ana Paula Ventura e a todos os funcionários do departamento de obras Particulares e obras Publicas.

A todos: MUITO OBRIGADO!

José Barreto

## Índice

RESUMO .....	IX
ABSTRACT .....	XI
AGRADECIMENTOS .....	XIII
Índice .....	XV
Índice de figuras .....	XXI
Índice de Tabelas .....	XXIX
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	XXXI
1 – Introdução .....	1
1.1 – Breve apresentação da Empresa .....	2
1.2 – Áreas de trabalho da empresa .....	5
1.3- Estrutura organizacional da Câmara Municipal de Vila De Rei .....	10
1.4 – Localização .....	11
2 - Estação de Tratamento de Águas Residuais – Estado da Arte .....	15
2.1- Evolução histórica .....	15
2.2 – Definição .....	22
2.3- Descrição geral do tratamento de águas residuais .....	23
2.3.1- Tratamento Preliminar .....	23
2.3.2- Tratamento Primário .....	24
2.3.3- Tratamento Secundário – Lamas Ativadas .....	25
2.3.4- Tratamento Secundário – Decantação Secundária .....	26
2.3.5- Tratamento Terciário -Reutilização da água tratada .....	27
2.3.6- Desodorização .....	28
2.3.7- Tratamento de lamas .....	29
2.3.8- Descarga no meio receptor .....	30

2.4- Aspetos técnicos de projetos de ETAR.....	30
2.4.1- Caracterização de água residual afluyente .....	31
2.4.2- Sistema de recolha e drenagem de águas residuais.....	33
2.4.3- Sistema de tratamento de águas residuais .....	34
2.4.3.1- Fase líquida .....	34
2.4.3.1.1- Tratamento preliminar .....	35
2.4.3.1.2- Tratamento primário .....	37
2.4.3.1.3- Tratamento secundário.....	39
2.4.3.1.4- Tratamento terciário.....	43
2.5- Legislação específica de licenciamento de Projetos de ETAR .....	49
2.6- Estudo de Impacte Ambiental (EIA).....	54
2.7- Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) .....	54
3- Caraterização da ETAR do Souto (Vila De Rei).....	57
3.1 – Implantação e arquitetura da ETAR.....	57
4 – Infraestruturas elétrica da ETAR do Souto .....	65
4.1 – Alimentação de energia elétrica .....	65
4.2 - Na figura seguinte apresenta – se os desenhos Posto de Transformação que alimenta a ETAR. ....	66
4.2- Quadros elétricos .....	71
4.2.1– Generalidades .....	71
4.2.2 – Prescrições construtivas dos quadros .....	72
4.2.3– Aparelhagem eletromecânica a instalar nos quadros .....	73
4.2.4– Comandos locais .....	76
4.2.5 - Unidade de alimentação ininterrupta UPS .....	79
4.2.6– Fonte de tensão contínua de 24V .....	81
4.2.7 – Autómato programável.....	82

4.2.8 – Equipamento de medida e deteção .....	84
4.2.9- Iluminação e tomadas.....	84
4.2.10 - Dimensionamento das Instalações elétricas da ETAR.....	87
4.2.10.1 – Objetivo .....	87
4.2.10.2 – Características elétricas da rede.....	87
4.2.10.2.1 – Rede de média tensão .....	87
4.2.10.2.2 – Rede de baixa tensão .....	87
4.2.10.3 – Cálculo das correntes de curto-circuito .....	87
4.2.10.4 – Dimensionamento das canalizações .....	89
4.2.10.4.1 – Rede de baixa tensão .....	90
4.2.10.4.3 – Quedas de tensão .....	92
4.2.10.5 – Nota final .....	92
4.2.11- Circuito de potência e comando .....	94
4.3.12 – Iluminação e tomadas .....	95
4.3.13 – Caminhos de cabos, caleiras e terras .....	99
4.3.13.1 – Canalizações elétricas.....	102
4.3.14– Cabos de Potência.....	106
4.3.16- Infraestruturas para tubos e cabos .....	111
4.3.17- Lista de cabos das instalações .....	111
4.4 – Descrição da ampliação da ETAR.....	113
4.4.1-Instrumentação controlo e automação .....	113
A-Instrumentação .....	113
B - Controlo e Automação.....	114
C - Controlador Programável - Autómato .....	114
D -Sistema de Automação e Supervisão .....	114
E - Equipamento Eletromecânico aplicado .....	116

4.4.1- Designação dos órgãos existentes .....	119
4.4.1- Designação dos órgãos a construir .....	123
5 - Funcionamento e controlo automatizado da ETAR com a ampliação.....	139
5.1- Elementos base para dimensionamento .....	140
A - Características da água residual bruta .....	140
B - Características do efluente final .....	141
5.2 - Justificação da solução proposta .....	141
5.2- Pré-tratamento .....	141
5.3- Tratamento biológico .....	143
5.4- Localização/implantação da ampliação da ETAR .....	143
5.5.1- Remoção Biológica dos Nutrientes.....	146
5.6-Dimensionamento Hidráulico-Sanitário dos Órgãos de Tratamento .....	147
5.6.1- Descrição sucinta dos novos órgãos da ETAR .....	147
5.6.2- Tratamento biológico .....	149
5.7- Dimensionamento hidráulico-sanitário dos órgãos de tratamento.....	149
5.7.1-Tamisagem .....	149
5.7.2-Desarenador/ Desengordurador .....	150
5.7.3- Tratamento biológico .....	151
5.7.4- Tratamento de Lama .....	154
5.7.5 - Espessamento .....	154
5.7.6- Descarga Final .....	155
5.8 - Equipamento Eletromecânico do Tratamento Biológico e Desinfecção do .....	155
Efluente Final .....	155
6 - Conclusão.....	157
6. 1 – Perspetivas de Futuro .....	157

6.2 – Contribuição dos conhecimentos adquiridos na formação Académica para o estágio.....	158
Referências Bibliográficas.....	159





## Índice de figuras

---

Figura 1 - Brasão do Concelho de Vila De Rei .....	2
Figura 2 - Edifício dos Paços do Concelho .....	2
Figura 3 - Mapa do concelho de Vila De Rei .....	3
Figura 4 - Picoto da Melriça – Centro Geodésico de Portugal .....	4
Figura 5 – Organograma da Câmara Municipal de Vila de Rei .....	11
Figura 6 - Mapa de localização - Portugal.....	12
Figura 7 - Localização do edifício da Camara Municipal .....	12
Figura 8 - Edifício dos paços do concelho – alçado principal.....	13
Figura 9 – Secção-tipo de coletores implantados em Lisboa em 1884 .....	17
Figura 10 - Diagrama funcional do funcionamento de uma ETAR .....	23
Figura 11 - Diagrama funcional relativo ao tratamento preliminar.....	24
Figura 12 – Diagrama funcional relativo ao tratamento primário .....	25
Figura 13 - Diagrama funcional relativo ao tratamento secundário com lamas ativadas....	26
Figura 14 - Diagrama funcional relativo ao processo de decantação secundária.....	27
Figura 15 – Diagrama funcional relativo ao tratamento terciário .....	28
Figura 16 – Diagrama funcional relativo á desodorização .....	29
Figura 17 – Diagrama funcional relativo ao tratamento de lamas.....	30
Figura 18 – Descarga da água no meio recetor .....	30
Figura 19 – Grade mecânica.....	35

Figura 20 – Tamisador .....	36
Figura 21 – Desarenador/desengordurador .....	37
Figura 22 - Decantador.....	38
Figura 23 –Flotador.....	38
Figura 24 – Sistema de tratamento biológico por lamas activadas (esquerda: unidade de tratamento confinada; direita: unidade de tratamento ao ar livre) .....	40
Figura 25 – Sistema de tratamento biológico por lagunagem.....	41
Figura 26 – Sistema de tratamento biológico por leitos percoladores .....	42
Figura 27 – Sistema de tratamento biológico por discos biológicos.....	42
Figura 28 – Espessador .....	45
Figura 29 – Centrífuga .....	47
Figura 30 – Filtro banda .....	47
Figura 31 - Planta de localização .....	57
Figura 32 – Vista aérea da localização da ETAR.....	58
Figura 33 - Planta de implantação geral existente.....	59
Figura 34 – Planta do edifício .....	59
Figura 35 – Entrada da ETAR.....	60
Figura 36 - Alçados do edifício.....	61
Figura 37 – Vista da fachada principal.....	61
Figura 38 – Vista da fachada lateral direito e posterior .....	62
Figura 39 – Planta de mapa de vãos e exteriores e interiores .....	62

Figura 40 – Pormenores construtivos do edifício da ETAR.....	63
Figura 41 – Planta de implantação dos órgãos existentes da ETAR .....	65
Figura 42 – Esquema unifilar de Posto Transforma aéreo Tipo (PT / AS) - 50KVA - 15KV .....	66
Figura 43 – Posto de transformação .....	68
Figura 44 – Terras do P.T.....	68
Figura 45 - Quadro de corte geral do P.T.....	69
Figura 46- Chapa com o número da instalação do P.T.....	69
Figura 47 – Local no muro da contagem elétrica .....	70
Figura 48 – Contador elétrico e aparelho de telecontagem .....	70
Figura 49 – Quadro Geral de Baixa Tensão .....	71
Figura 50 – Quadro Geral de Baixa Tensão .....	73
Figura 51 - Quadro Geral de Baixa Tensão.....	75
Figura 52 - Quadro Geral de Baixa Tensão – esquema unifilar .....	75
Figura 53 - Simbologia – Quadro geral de Baixa Tensão .....	76
Figura 54 - Quadro Geral de Baixa Tensão – esquema unifilar .....	77
Figura 55 - Quadro Geral de Baixa Tensão – esquema unifilar 1 .....	78
Figura 56 - Quadro Geral de Baixa Tensão – esquema unifilar 2 .....	78
Figura 57 - Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) – esquema unifilar 3.....	79
Figura 58 - Quadro Geral de Baixa Tensão ( QGBT) – Localização da UPS.....	81
Figura 59 - Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) – localização do autómato .....	83

Figura 60 – Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) – Consola do autómato .....	83
Figura 61 - Quadro iluminação Tomadas (QIT)- Simbologia.....	85
Figura 62 - Quadro iluminação Tomadas (QIT) .....	85
Figura 63 – Quadro iluminação Tomadas (QIT) – esquema unifilar 1 .....	86
Figura 64 – Quadro iluminação Tomadas (QIT) – esquema unifilar 2 .....	86
Figura 65 – Esquema unifilar do transformador a montante/canalizações .....	88
Figura 66 – Quadro Dimensionamento das Instalações elétricas.....	93
Figura 67 – Edifício de floculação, Flotação e exploração (Circuito de potencia e comando) .....	94
Figura 68 – Maquina de tratamento de Lamas .....	94
Figura 69 – Maquina das lamas.....	95
Figura 71 - Iluminação na sala de floculação, Flotação e exploração.....	96
Figura 70 - Iluminação ligada na sala de floculação e Flotação .....	96
Figura 72 - Localização dos interruptores e sua montagem.....	97
Figura 73 - Localização de bloco autónomo com pictograma .....	98
Figura 74 - Edifício de floculação, Flotação e exploração (Circuito de iluminação e tomadas) .....	98
Figura 75 - Localização de caleiras de passagem de cabos.....	99
Figura 76 - Localização da caixa terra do edifício .....	100
Figura 77 - Ligação da terra ao QIT- Quadro de iluminação e tomadas.....	101
Figura 78 - Edifício de floculação, Flotação e exploração (Caminhos de cabos, caleiras e terras).....	102

Figura 79 - Implantação geral (Cabos de Potencia) .....	106
Figura 80 - Implantação geral (Cabos de comando).....	107
Figura 81 - Implantação geral (Iluminação Exterior) .....	108
Figura 82 - postes de iluminação exterior da ETAR .....	110
Figura 83 - postes de iluminação exterior existentes da ETAR – localização .....	110
Figura 84 - Implantação geral (Infraestruturas para tubos e cabos) .....	111
Figura 85 - Lista de cabos do Quadro Geral.....	112
Figura 86 - Lista de cabos do quadro geral e quadro iluminação e tomadas.....	112
Figura 87 - Planta de implantação geral – existente e ampliada .....	117
Figura 88 - Entrada Principal.....	118
Figura 89 - Painel informativo .....	118
Figura 90 - obra de entrada.....	119
Figura 91 - Tanque de equalização .....	119
Figura 92 - Edifício de Floculação, flotação e exploração .....	120
Figura 93 - Reator biológico e decantador Secundário .....	120
Figura 94 - Leito de macrófitas .....	121
Figura 95 - Poço de bombagem de lamas secundarias .....	122
Figura 96 - Silo espessador de lamas .....	122
Figura 97 - Reator biológico/decantador secundário.....	123
Figura 98- Compressor .....	123
Figura 99 - Unidade combinada de tamisação/desinfecção e desengordamento .....	124

Figura 100- Poço de Bombagem.....	124
Figura 101 - Câmara de válvula externa em PRFV .....	125
Figura 102 - Reator biológico .....	125
Figura 103 - Planta de coordenadas .....	126
Figura 104 - Planta de implantação- arranjos exteriores.....	126
Figura 105 - Planta de implantação de circuitos hidráulicos existentes e propostos .....	127
Figura 106 - Arranjos exteriores á envolventes do reator biológico .....	127
Figura 107 - Esquema de representativo do funcionamento PID.....	128
Figura 108 - Planta de Perfil hidráulico .....	129
Figura 109 - Unidade combinada de tamisação .....	129
Figura 110 - Vista do alçado posterior-Reator biológico .....	130
Figura 111 - Unidade combinada de Tamisação- vista lateral .....	130
Figura 112 - Planta de obra de entrada.....	131
Figura 113 - Foto da planta de obra de entrada.....	131
Figura 114 - Foto lateral da planta obra de entrada.....	132
Figura 115 - Planta de inferior do reator biológico .....	132
Figura 116 - Vista de inferior do reator biológico .....	133
Figura 117- Vista de cobertura do reator biológico .....	133
Figura 118 - Vista de cobertura do reator biológico .....	134
Figura 119 - Vista de cobertura do reator biológico- localização da bomba .....	134
Figura 120 - Pormenor de escadas e corrimão em perfis pultrudido de PRFV .....	135

Figura 121 - Pormenor de escadas e corrimão .....	135
Figura 122 - Estação elevatória .....	136
Figura 123 - Vista geral do reator biológico e equipamentos.....	136
Figura 124 - Pormenor de caixa de visita .....	137
Figura 125 - Maciços de amarração .....	137
Figura 126 - Pormenor de vala Tipo.....	138





## Índice de Tabelas

---

Tabela 1 - Classificação dos locais do edifício .....	60
Tabela 2 - equipamento instalado no pré tratamento.....	116
Tabela 3 - equipamento instalado no tratamento efluente final.....	117



## Lista de Abreviaturas e Siglas

---

ETAR – Estação de tratamento de águas Residuais

M2E – Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

QGBT - Quadro Geral de Baixa Tensão

QIT - Quadro de iluminação e tomadas

RECAPE – Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução

UPS - Uninterruptible power supply

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

DIA - Declaração de Impacte Ambiental

AIA -Avaliação de Imapacte Ambiental

CBOS - Carência

CCDR - Comissão de Coordenação e desenvolvimento Regional

RCD - Resíduos de construção e demolição

CCP - Código dos contratos públicos

RJUE - Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação

PPG - Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de construção e demolição

TRH -Taxa de recursos Hídricos

SBR - Sequency Batch Reactor

MBBR - Moving – bed biofilm

COV - Compostos Orgânicos Voláteis

SNITURH - Sistema Nacional de Informação dos Títulos de Utilização Hídricos

REN - Rede Elétrica Nacional

RAN – Reserva Agrícola Nacional

CMASS - Complete Mixed Activated Sludge

RSIUEE - Regulamento de Segurança de instalações de Utilização de energia Eléctrica

DC - Corrente Contínua

AC - Corrente Alternada

EDP - Energias de Portugal

QCG - Quadro de corte Geral

PT/AS - Posto de Transformação tipo AS aéreo

DRAP - Direcção Regional da Agricultura e Pescas

## 1 – Introdução

O Presente relatório de estágio para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica com a especialização no ramo de controlo e Eletrónica Industrial, no âmbito da formação pratica, ministrada pelo Instituto politécnico de Tomar com a orientação do Doutor Mário Hélder Rodrigues Gomes Docente no Instituto Politécnico de Tomar e o Engenheiro Luís Manuel Cardiga Lopes Chefe de Divisão na Obras da Camara Municipal De Vila De Rei.

O estágio para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica com a especialização no ramo de controlo e Eletrónica Industrial foi uma oportunidade ideal para fazer a transição e consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo destes anos, criando assim a ponte entre a parte teórica e a realidade do mundo profissional no sector das obras públicas.

A Camara Municipal sendo uma empresa pública está direcionada para o licenciamento de obras particulares e obras públicas e outros, sendo o departamento onde realizei o estágio. O presente estágio desenvolveu-se nas subunidades orgânicas Infraestruturas e Equipamentos Municipais e Ambiente e Espaços Verdes, ambas inseridas na Divisão Financeira, de Património e Ambiente.

Contudo dentro das áreas que atua, o licenciamento de projetos e obras particulares foi nestas áreas de trabalho realizadas pelo estagiário, tendo este relatório como principal objetivo descrever de uma forma sucinta, simples e perceptível os trabalhos realizados no Estudo da ETAR.

Durante o tempo de estágio foram vários os trabalhos realizados, levantamento em obra da parte de arquitetura e parte elétrica de toda a ETAR para a execução do trabalho em gabinete, dos desenhos a executar no programa de AUTOCAD.

## 1.1 – Breve apresentação da Empresa

A entidade Município de Vila de Rei situa-se no centro de Portugal, na freguesia de Vila de Rei, concelho de Vila de Rei, distrito de Castelo Branco, Código de freguesia de 051003 com Categoria de Administração Pública - Câmaras Municipais com a sede e morada em Largo Família Matos e Silva Neves- Vila de Rei, com cerca de 2 497 habitantes atualmente

Atualmente é liderada pelo Presidente da Camara Municipal Drº Ricardo Aires.



Figura 1 - Brasão do Concelho de Vila De Rei



Figura 2 - Edifício dos Paços do Concelho

É sede de um município com 191,55 km<sup>2</sup> de área e subdividido em 3 freguesias. O município é limitado a norte pelo município da Sertã, a leste por Mação, a sul pelo Sardoal e por Abrantes e a oeste por Ferreira do Zêzere.



Figura 3 - Mapa do concelho de Vila De Rei

Saindo de Vila de Rei em direção à Sertã, 1.8 km depois, encontrará devidamente assinalado o desvio para o Picoto da Melriça – Centro Geodésico de Portugal, 900m depois e encontrar-se-á no Centro Geodésico de Portugal o que significa estar no centro do país.

No alto desta serra, encontra-se construído um marco com cerca de 20 metros de altura, denominado de "Picoto", marcando assim o Centro a nível de coordenadas geodésicas.

Com uma altitude de 600 m, este local permite ao seu visitante uma visão de 360° sobre um horizonte vastíssimo, em que se destaca a Serra da Lousã e, com tempo limpo, a Serra da Estrela, esta quase a 100 km de distância.

Neste local existe o Museu da Geodesia. Sala de exposição temática, pequeno auditório, loja de recordações e bar, enriquecem este espaço num local que é uma das referências do concelho.



Figura 4 - Picoto da Melriça – Centro Geodésico de Portugal

Uma breve apresentação da história da Câmara Municipal De Vila De Rei consiste no seguinte, criada após o nascimento da nacionalidade, a primeira data relevante remete-nos para o foral de D. Dinis, que em 19 de Setembro de 1285 cria o concelho de Vila de Rei. Este foral foi mais tarde renovado por D. Manuel I, em 1 de Outubro de 1513. No século XIV, tanto a Ordem dos Templários como a Ordem de Cristo, povoaram, desenvolveram e defenderam este território.

Mais recentemente, no início do século XIX, as terras de Vila de Rei sofreram o impacto devastador das invasões francesas. Em 1950, com a construção da barragem do Castelo de Bode, uma parte significativa do concelho ficou submersa e com ela 8 povoações.

Os grandes incêndios que deflagraram em 1986 e 2003 devastaram o concelho e consumiram entre outros bens, cerca de 80 % do total da sua área florestal, sendo no entanto a reflorestação já visível.



Presentemente o concelho atravessa um surto de desenvolvimento em consequência da realização de inúmeras obras públicas, onde se destacam a ponte sobre o rio Zêzere, a variante à EN 2 entre Vila de Rei e Abrantes, e as variadas infraestruturas educacionais, desportivas, culturais, de segurança pública, bem como as obras de requalificação urbana. Doravante estão criadas as condições para o desenvolvimento harmonioso e sustentado do concelho.

## 1.2 – Áreas de trabalho da empresa

O Município de Vila de Rei, para o exercício das atribuições e competências que legalmente lhe competem, estabelece que a estrutura flexível dos serviços é composta pelos gabinetes e as unidades orgânicas flexíveis – Divisões Municipais, que seguidamente se discriminam:

### A) Gabinetes:

- 1 - Gabinete de Apoio à Presidência;
- 2 – Gabinete de Proteção Civil e Florestas;
- 3 – Gabinete de Inovação, Informática e Informação.

### B) Divisões Municipais:

- 1 - Divisão de Planeamento e Coordenação Estratégica;
- 2 - Divisão Financeira, de Património e Ambiente;

O presente estágio desenvolveu-se nas subunidades orgânicas Infraestruturas e Equipamentos Municipais e Ambiente e Espaços Verdes, ambas inseridas na Divisão Financeira, de Património e Ambiente.

A subunidade orgânica de Infraestruturas e Equipamentos Municipais tem como missão promover a conceção, construção e manutenção de edifícios e infraestruturas municipais e a melhoria da qualidade de vida da população no que concerne à gestão integrada do espaço público.

Compete à subunidade orgânica de Infraestruturas e Equipamentos Municipais, nomeadamente:

- a) Assegurar a elaboração dos projetos de edifícios e infraestruturas de promoção municipal, bem como os projetos de especialidades complementares;
- b) Garantir a execução de obras de interesse municipal, nos domínios das infraestruturas, do espaço público, e dos equipamentos coletivos, através dos meios técnicos e logísticos do Município, por administração direta, ou em colaboração com outras entidades públicas e privadas, bem como garantir a fiscalização das empreitadas de obras públicas promovidas pelo Município;
- c) Promover os procedimentos de contratação pública necessários e adequados à formação de contratos de empreitadas de obras públicas, previstas para o desenvolvimento das atribuições municipais, nomeadamente, garantindo a elaboração das peças de procedimento e a utilização da plataforma de contratação pública;
- d) Assegurar a conservação e manutenção das infraestruturas, edifícios e equipamentos municipais mediante procedimento administrativo adequado;
- e) Dirigir e administrar as obras municipais a realizar por empreitada, incluindo a realização de autos de consignação, de medição de trabalhos e de recepção de obras; f) Organizar e manter organizado um ficheiro de empreiteiros de obras públicas, bem como uma tabela de preços unitários;
- g) Organizar e manter atualizado um ficheiro de estudos e projetos de obras municipais no âmbito do respetivo sector;
- h) Assegurar a coordenação e fiscalização das atividades dos operadores públicos ou privados que intervenham, ou ocupem o espaço público, com vista à gestão criteriosa do subsolo, de forma a minimizar o impacto negativo das referidas atividades;
- i) Informar processos de obras de urbanização no âmbito dos processos de loteamento e planos de pormenor e de urbanização;

- j) Assegurar a atualização sistemática dos cadastros gerais e parciais da rede de infraestruturas;
- k) Assegurar a gestão técnica e operacional do parque de viaturas e máquinas do Município que lhe estejam diretamente adectas;
- l) Manter o controlo técnico do equipamento de transportes e outro equipamento mecânico que esteja afetado, em termos operacionais e patrimoniais, a outras unidades orgânicas;
- m) Promover a instalação e a manutenção de sistemas elétricos e eletromecânicos existentes nas infraestruturas, edifícios e equipamentos municipais, em articulação com os outros serviços competentes;
- n) Assegurar a instalação e a manutenção de infraestruturas de iluminação pública;
- o) Assegurar a gestão dos armazéns municipais;
- p) Elaborar e executar projetos de intervenção na área do trânsito, contribuindo para o seu ordenamento;
- q) Promover a conservação, reparação e beneficiação da rede viária e outros espaços públicos municipais, otimizando as condições de acesso e circulação na via pública, incluindo a eliminação de barreiras arquitetónicas;
- r) Assegurar a colocação e conservação da sinalização vertical e horizontal, nos locais de sinalização rodoviária, bem como garantir a colocação e conservação de toda a informação toponímica;
- s) Proceder à colocação de baias, barreiras, bandas sonoras e outros agentes disciplinadores de trânsito, bem como emitir pareceres e informações sobre a sinalização e trânsito.

A subunidade orgânica de Ambiente e Espaços Verdes tem como missão promover a melhoria da qualidade de vida da população no que concerne ao ambiente.

Compete à subunidade orgânica de Ambiente, nomeadamente:

- a) Realizar e promover ações de sensibilização da população para a necessidade de proteção do ambiente;
- b) Participar na definição de estudos, projetos e planos com incidência na área ambiental;
- c) Proceder ao levantamento de fontes poluidoras do concelho e planejar, coordenar e zelar pela execução das ações necessárias à extinção dessas fontes;
- d) Desencadear ações de prevenção e defesa do meio ambiente, nomeadamente o combate à poluição atmosférica, sonora e dos recursos hídricos;
- e) Desenvolver e executar programas de criação e conservação de parques, jardins e outros espaços verdes;
- f) Gerir os sistemas municipais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais;
- g) Gerir o sistema de recolha de resíduos sólidos urbanos e a limpeza dos espaços públicos;
- h) Administrar os cemitérios sob jurisdição municipal;
- i) No âmbito dos cemitérios, apoiar nas inumações/exumações, promover a limpeza, a arborização e manutenção da salubridade pública nas dependências do cemitério;
- j) Promover o alinhamento e numeração das sepulturas e designar os lugares onde podem ser abertas novas covas, mantendo atualizado os registos relativos à inumação, exumação, transladações e perpetuidade das sepulturas;
- k) Colaborar em medidas de apoio às Juntas de Freguesia em matéria de cemitérios paroquiais e propor medidas tendentes ao aumento da capacidade e reorganização do espaço dos cemitérios;

A Divisão Financeira, de Património e Ambiente tem como missão garantir o cumprimento das linhas estratégicas da gestão financeira, económica e orçamental do Município e assegurar a gestão do património e a contratação de bens e serviços bem como a promoção

da conceção, construção e manutenção de edifícios e infraestruturas municipais e a melhoria da qualidade de vida da população no que concerne ao ambiente e gestão integrada do espaço público.

Compete à Divisão Financeira, de Património e Ambiente:

- i) Assegurar a elaboração dos projetos de edifícios, infraestruturas, equipamentos e loteamentos de promoção municipal, bem como os projetos de especialidade;
- j) Garantir a execução de obras de interesse municipal, nos domínios das infraestruturas, do espaço público, e dos equipamentos coletivos, através dos meios técnicos e logísticos do Município ou em cooperação com outras entidades públicas e privadas, bem como garantir a fiscalização de obras;
- l) Assegurar a conservação e manutenção das infraestruturas, edifícios e equipamentos municipais mediante procedimento administrativo adequado;
- m) Assegurar a coordenação e fiscalização das atividades dos operadores públicos ou privados que intervenham ou ocupem o espaço público, com vista à gestão criteriosa do subsolo, de forma a minimizar o impacto negativo das referidas atividades;
- n) Promover todos os procedimentos relativos ao lançamento de empreitadas de obras públicas e à sua adjudicação;
- o) Promover todos os procedimentos conducentes à prevenção e segurança nas obras municipais;
- p) Promover as ações necessárias com vista à defesa e melhoria do meio ambiente;
- q) Assegurar a gestão dos sistemas municipais de abastecimento de água, de saneamento de águas residuais e de resíduos sólidos;
- r) Assegurar a promoção e a valorização dos espaços verdes;
- s) Assegurar a gestão do parque de viaturas e máquinas do Município;

t) Promover a manutenção de instalações e equipamentos eléctricos e eletromecânicos municipais e desenvolver as atividades relativas à iluminação pública assim como assegurar a gestão dos Armazéns Municipais;

u) Contribuir para o controlo da poluição hídrica, dos solos, sonora e atmosférica;

v) Conceber, promover e apoiar medidas de educação e sensibilização ambiental; Compete, ainda, à Divisão Financeira, de Património e Ambiente praticar todos os atos não explicitamente referidos mas necessários e inerentes, ao cabal e completo desempenho da sua missão e que visem a prossecução dos objetivos que anualmente lhe forem fixados.

Todos os gabinetes e as divisões funcionam no mesmo edifício trabalhando em parceria umas com as outras. A exceção dos funcionários externos, todos os funcionários exerce funções no mesmo edifício, existindo assim um espírito de equipa muito forte e sólido.

É igualmente no edifício dos Paços do concelho que se localizam outros serviços como a Segurança Social, as Finanças, a Conservatória de Registo Predial, Cartório e Julgados de Paz.

### 1.3- Estrutura organizacional da Câmara Municipal de Vila De Rei

Apresenta-se o organograma da Câmara Municipal, a nível do quadro do pessoal o Município conta com um quadro pessoal de 116 funcionários, dos quais 37 são contratados a termo certo.

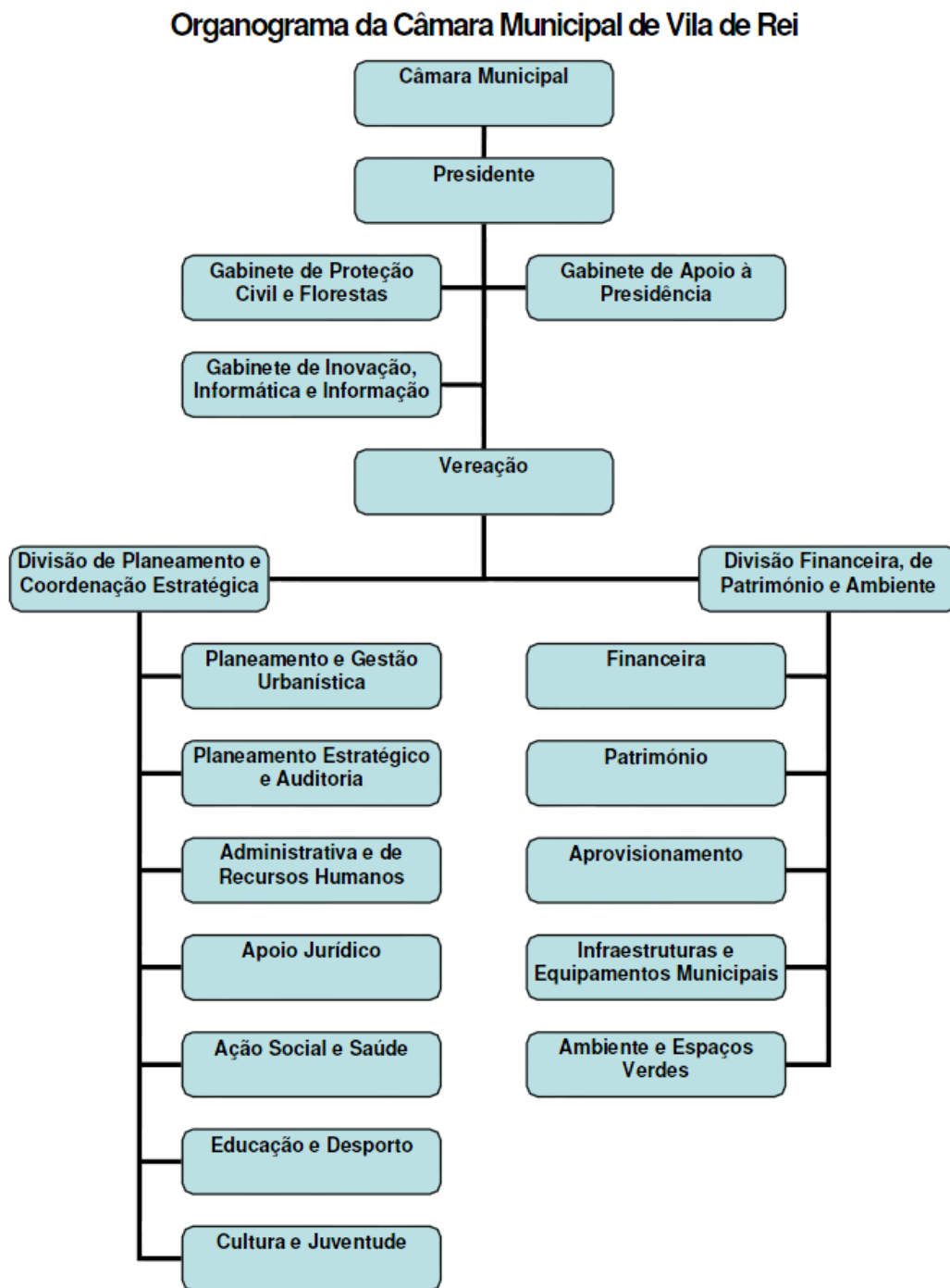


Figura 5 – Organograma da Câmara Municipal de Vila de Rei

#### 1.4 – Localização.

A Câmara Municipal de Vila De Rei é uma entidade pública, sendo a sua localização no centro de Portugal mais propriamente na localidade de Vila de Rei.

Câmara Municipal de Vila de Rei com a sua localização na sede do concelho, o seu edifício localiza – se na Praça Família Matos e Silva, 6110-174 Vila de Rei, conforme figuras abaixo.



Figura 6 - Mapa de localização - Portugal



Figura 7 - Localização do edifício da Camara Municipal





Figura 8 - Edifício dos paços do concelho – alçado principal

Contactos da Camara Municipal de Vila De Rei:

»Morada :

- Praça Família Matos e Silva, 6110-174 Vila de Rei, Portugal

»Telefone:

- +351 274 890 010

»Email

- [www.cm-viladerei.pt](http://www.cm-viladerei.pt)

» Coordenadas GPS.

- 39° 40' 37" N 08° 08' 33" O, altitude 432 m



## 2 - Estação de Tratamento de Águas Residuais – Estado da Arte

### 2.1- Evolução histórica

Os primeiros sistemas de drenagem de águas residuais em meio urbano de que existe conhecimento, datam de há mais de 5000 anos, e ao longo de quase 4800 anos, os avanços globais que tiveram lugar nessa área, não foram, exceto alguns casos, consideráveis.

Apesar disso nos últimos 150 anos, teve lugar um grande progresso neste sector, provocado em parte, pelos problemas e desafios gerados pelo crescimento populacional verificado, pelo desenvolvimento industrial, pela concentração dos agregados populacionais no litoral e pelo agravamento geral das condições ambientais, em especial da qualidade das águas dos meios recetores.

Em Portugal, os primeiros elementos históricos que existem acerca desta temática, são originários do século XV e revelam que o rei D. João II em virtude da peste, ordenou a limpeza “nos canos”. Nestes “canos”, inicialmente reservados para a drenagem das águas das chuvas, encontravam-se todo o tipo de estercos e imundices, provocadas por uma população aglomerada na nova cidade de Lisboa, tornando-a uma cidade menos saudável.

Já durante os séculos XVI, XVII e XVIII, até ao terramoto de 1755, o crescimento populacional notável da capital aumenta os problemas relacionados com a ocorrência de grandes inundações e com as condições de higiene e limpeza da cidade.

A época que se seguiu ao terramoto de 1755, estabeleceu uma época de progresso na capital, marcada pela reconstrução da cidade e pela instituição do princípio da “canalização metódica”, cujos efeitos ainda hoje se fazem sentir nas zonas mais antigas da cidade, onde ainda persistem os coletores unitários distribuídos em malha, com ligação ao estuário do Tejo.

Mais tarde, o desenvolvimento industrial, e a resultante concentração populacional nas grandes cidades, originou a que apenas no século XIX, fosse autorizada a ligação das águas residuais domésticas às redes de drenagem pluvial existentes, o que agravou muito os riscos de transmissão de doenças originárias do recurso hídrico, muito por causa da

precariedade daquelas redes. Este tipo de situação verificou-se particularmente nas cidades de Boston, em 1883, Londres, em 1847, Nova Iorque, em 1857, e Paris em 1880.

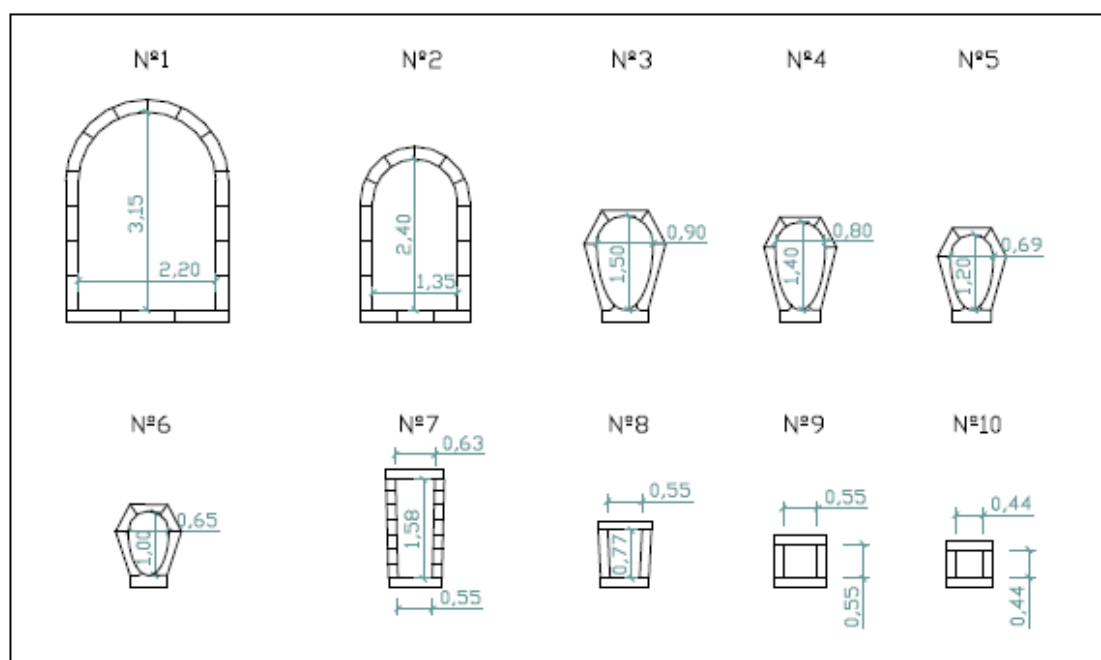
Já na segunda metade do século XIX, Ressano Garcia em Lisboa em 1884, bem como Belgrand, em Paris, e Garcia Ferreira, em Barcelona, são autores de planos de saneamento, inspirados nos princípios da corrente higienista de Edwin Chadwick, grande impulsionador da chamada de atenção para a necessidade de planeamento e construção de infraestruturas de drenagem urbana.

No seguimento da epidemia de cólera que se desenvolveu em Lisboa, no ano de 1856, e posteriormente se alastrou, Bernardino Gomes realiza, tal como ordenado pela Academia Real das Ciências, um relatório da situação da capital portuguesa, defendendo a instalação de sistemas de drenagem semelhantes aos já existentes noutras capitais europeias, tais como, Paris, Londres e Bruxelas.

Nos séculos precedentes, os resíduos sólidos e líquidos originários da atividade urbana ficavam depositados no interior da cidade, provocando tremendas epidemias, como a peste, alastrada através dos ratos e das pulgas, ou a cólera, que se espalhava através da água contaminada.

Em Lisboa, por exemplo, quando no século passado se iniciou o abastecimento de água domiciliário, já existiam, sob os arruamentos da cidade, estruturas com o objetivo de drenar as águas pluviais urbanas. Possuíam normalmente a soleira plana e eram fabricados em cantaria, tal como os famosos coletores pombalinos da baixa Lisboa, ou em cascões de pedra retangulares. Tempos mais tarde, estas estruturas de drenagem passaram também, a drenar águas residuais domésticas, funcionando como coletores unitários.

Na Figura 9 ilustra-se a secção referente ao tipo de coletores existente em Lisboa, apresentados como “canos atuais” no projeto de Ressano Garcia de 1884.



**“canos actuais”**  
**SEGUNDO O PROJECTO RESSANO GARCIA (1884)**  
*Construção em cantaria (a maior parte) ou alvenaria de tijolo*

Figura 9 – Secção-tipo de coletores implantados em Lisboa em 1884

A solução dos “canecos” à porta das casas, que compreendia a recolha, por viaturas municipais, dos dejetos líquidos e sólidos domiciliários, previamente depositados em recipientes de barro, e colocados, de madrugada do lado de fora das habitações, resultava na esmagadora maioria dos casos, de impedimentos de descarga dos resíduos nos coletores pluviais disponíveis, frequentemente do tipo “cascão”, também conhecidos como “rateiros”, por serem zonas propícias ao acesso e proliferação destes roedores. Este tipo de coletores não conseguia garantir minimamente condições de estanquidade e de verificação de autolimpeza. Apenas no início do século XX apareceu e foi divulgada a instalação de coletores de betão, pré-fabricados ou betonados no local, com juntas fechadas de argamassa de cimento garantindo assim a verificação de condições de autolimpeza e estanquidade desejáveis.

A maioria da rede de drenagem de Lisboa construída a partir dos fins do século XIX, é executada com coletores de alvenaria de pedra ovoide, assentes em vala.

A evolução da passagem da drenagem puramente pluvial, para a drenagem conjunta de águas residuais domésticas e pluviais ocorreu, sensivelmente do mesmo modo, por quase toda a Europa e América do Norte.

O princípio da rede separativa, primeiramente divulgado em exclusivo no Reino Unido, tornou-se em meados do século XX, praticamente universal, no que diz respeito ao estabelecimento da drenagem de novas instalações e núcleos urbanos. Ainda assim, existem países desenvolvidos, tais como a Alemanha, em que se concebem e constroem por vezes sistemas unitários, com os seus descarregadores de tempestade, seus reservatórios e bacia de regularização e os seus equipamentos de controlo automático de descarga. Isto acontece, porque mais uma vez a realidade evoluiu e por sua vez complicou novamente a escolha das soluções mais adequadas. De um lado, constata-se que grande parte dos sistemas construídos com o objetivo exclusivo de transportar águas residuais domésticas, transportam também águas pluviais resultantes de infiltrações e de ligações domiciliárias trocadas. Dada a magnitude dos canais pluviais originados, mesmo em pequenas bacias de drenagem, basta uma pequena proporção de ramais trocados, para o problema da contribuição pluvial se tornar pertinente. De outro prisma, e atualmente tratada a com crescente preocupação a poluição transportada pela via das águas pluviais urbanas. As águas pluviais urbanas podem transportar, entre outros poluentes, quantidades significativas de sólidos em suspensão metais pesados, nomeadamente chumbo, zinco e hidrocarbonetos.

Reportando a meados do século XX (até 1940-1950), grande parte dos maiores aglomerados urbanos do país dispunham já de coletores pluviais e unitários, parte deles realizados no período da grande explosão construtiva que caracterizou o designado "fontismo", e que a política simbolizada por Fontes Pereira de Melo, tão claramente fomentou.

A primeira rede separativa, doméstica concebida e construída em núcleo urbano importante, no sul do País, foi instalada numa parte do Barreiro, em meados da década de quarenta.

Nas décadas de oitenta e noventa do século passado, o investimento em saneamento teve um crescimento muito significativo, virado sobretudo para os grandes núcleos urbanos.

Nos últimos 20 anos foram executados no País empreendimentos de dimensão significativa relacionados, entre outros, com o Saneamento do Vale do Ave (incluindo os intercetores e ETAR de Gondar, Rabada e Agre), de Coimbra (ETAR de leitos percoladores de alta carga, para mais de 200000 habitantes equivalentes) de saneamento da Costa do Estoril (incluindo um intercetor geral de mais de 20 km, vários emissários principais, uma ETAR atualmente em vias de beneficiação e um emissário submarino), do Porto (ETAR do Freixo), de Loures e Concelhos vizinhos (ETAR de Frielas e de S. João da Talha), de Lisboa (ETAR de Alcântara, Chelas e beneficiação de Beirolos), de Setúbal, do Concelho de Almada (ETAR de Quinta da Bomba, da Mutela e do Portinho da Costa, estas duas últimas ainda em construção e da SIMRIA - Sistema Integrado de Águas Residuais dos Municípios da Ria de Aveiro (intercetores Norte, Sul a Vouga e ETAR Norte e Sul).

Pode-se constatar então que o desenvolvimento de soluções lineares, de construção de infraestruturas enterradas progredindo sucessivamente para jusante, com redes de coletores, com serviço de percurso e emissários com descargas fora da zona da envolvente urbana com ou sem tratamento, constitui uma prática de sucesso sem contestação. Este sucesso é mensurável, principalmente, pela erradicação, das zonas urbanas, de resíduos que podem provocar epidemias, tais como a peste ou a cólera.

Ainda assim, o crescimento dos aglomerados populacionais e a “pressão ambiental”, nos meios recetores aumentou nas últimas décadas a um ritmo que pode tornar toda a problemática da gestão global do saneamento, numa tarefa cada vez mais difícil, complexa e onerosa, incompatível com os antigos modelos de crescimento e de resposta em termos de prestação de serviço de saneamento.

Entre os desafios mais importantes para o futuro na área do saneamento encontram-se os seguintes:

- Controlo do risco de inundações em zonas urbanas
- Controlo dos efeitos da poluição em grande escala, decorrentes da descarga direta de águas residuais (ou mistura de águas residuais e pluviais) para os meios recetores, sem ser previamente sujeita a qualquer tratamento, por ocasião de precipitações, ainda que pouco intensas

- Controlo do comportamento dos sistemas de drenagem, sobretudo os mais extensos em termos de impactos no meio ambiente.

Os riscos e problemas precedentemente existentes decorreram de diversas circunstâncias, entre as quais se incluem a conceção e o dimensionamento dos sistemas de drenagem e tratamento com base em hipóteses ou formulações de base que, por vezes, se revelam desfasadas da realidade.

Para além de crescentes exigências em termos de qualidade físico-química e microbiológica dos meios hídricos, acrescem exigências relativas à boa qualidade ecológica dos mesmos, ou seja, condições que assegurem o equilíbrio dos ecossistemas, incluindo das comunidades aquáticas.

A satisfação de uma melhor qualidade ambiental a custos de investimentos e de operação comportáveis exige o cumprimento dos seguintes requisitos principais:

- Para a mesma finalidade, utilizar o mínimo de recursos naturais e reduzir nos consumos energéticos
- Minimizar a transferência de problemas, no espaço (para outros locais) e no tempo (para as gerações futuras)
- Minimizar a degradação da qualidade dos recursos naturais: água, solo e ar.

De modo a colocar em prática destes requisitos, pode resultar, em conceitos e procedimentos não convencionais, enunciados seguidamente:

- Redução das distâncias de transporte das águas residuais
- Utilização das águas pluviais recolhidas ao nível da edificação para uso doméstico ou infiltração das águas pluviais recolhidas ao nível da edificação, até ao limite do adequado e possível, antes da sua introdução na rede de drenagem
- Controlo e tratamento das águas de escorrência pluvial, por técnicas ambientalmente adequadas, antes da rejeição final



- Maximizar o tratamento no coletor recorrendo a injeção de oxigénio ou adição de outro oxidante
- Descentralização dos sistemas de drenagem e do seu destino final

Entre os procedimentos e técnicas compatíveis com o desenvolvimento urbano sustentável destacam-se as seguintes:

- Soluções de controlo na origem de águas pluviais, com impacte direto ao nível da redução da extensão e desenvolvimento das infraestruturas de transporte
- Soluções de controlo no interior dos sistemas, com a construção de reservatórios ou bacias de armazenamento e a aplicação de instrumentos de simulação, de monitorização e tratamento de dados operacionais incluindo telemetria e de eventual controlo em tempo real, por forma a maximizar o aproveitamento das capacidades de armazenamento existentes, com menores custos de investimento e minimização de impactes ambientais
- Tecnologias de drenagem apropriadas não convencionais e de baixo custo, aplicáveis às águas residuais domésticas, entre as quais se incluem os sistemas de esgotos decantados e os sistemas sob vácuo, de pequenos diâmetros, em que se reduzem sobretudo os custos de escavação e de instalação de tubagens (fundamentalmente para pequenos sistemas)
- Soluções apropriadas de tratamento de fim de linha, não convencionais, do tipo “leito de macrófitas”, aplicáveis ao tratamento de águas residuais de pequenas comunidades e, também, crescentemente, ao tratamento de águas poluídas de escorrência pluvial
- Soluções de tratamento de águas residuais no solo: infiltração rápida, infiltração lenta ou escoamento superficial (“overland flow”, na terminologia anglo-saxónica) nomeadamente para as águas residuais de pequenos aglomerados
- Soluções de tratamento físico-químico (ou físico-químico avançado) recorrendo a decantação acelerada (com cargas hidráulicas até 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h) assistida com reagentes para a depuração de águas residuais com significativa componente pluvial a descarregar para zonas não sensíveis

- Soluções de tratamento físico-químico com separadores hidrodinâmicos e adição de reagentes a montante do sistema de desinfecção, para o tratamento de excedentes de sistemas unitários ou sistemas pluviais contaminados, antes da rejeição para águas de utilização balnear
- Soluções “futuristas” de ausência de coletores em que os efluentes de águas residuais produzidos são tratados e reutilizados (fundamentalmente para pequenos sistemas) na origem ou na sua proximidade e as soluções “futuristas” de separação tendencial, ao nível da habitação, de águas residuais “negras ou de excreta” e de outras águas ditas “de sabão”, minimizando custos de tratamento e possibilitando a reutilização da matéria orgânica na agricultura, com minimização de custos energéticos e redução de impactes ambientais

De modo a fazer frente aos desafios com sucesso, e de forma sustentada, acredita-se que se torna importante não só investir em novos sistemas e na reabilitação de sistemas de saneamento já existentes, com recurso a tecnologias e soluções apropriadas, investindo sobretudo ao nível do conhecimento detalhado e da gestão integrada dos mesmos, de forma a tirar o máximo proveito das respetivas potencialidades e dos recursos investidos.[22]

## 2.2 – Definição

Uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) trata-se de uma instalação que tem, tal como o nome indica, o objetivo de realizar o tratamento das águas residuais sejam, elas de origem doméstica e/ou industrial.

Estas águas, frequentemente denominadas de esgotos, são tratadas de modo a que possam ser escoadas para o mar ou para um rio com um nível de poluição aceitável, respeitando a legislação em vigor.

Numa ETAR as águas residuais atravessam várias fases, com o propósito de separar ou diminuir a quantidade de matéria poluente da água. Seguidamente apresentam-se alguns desses processos.

Na Figura 10 ilustra-se o diagrama funcional geral de uma ETAR que inclui os seguintes processos seguidamente abordados.[4]

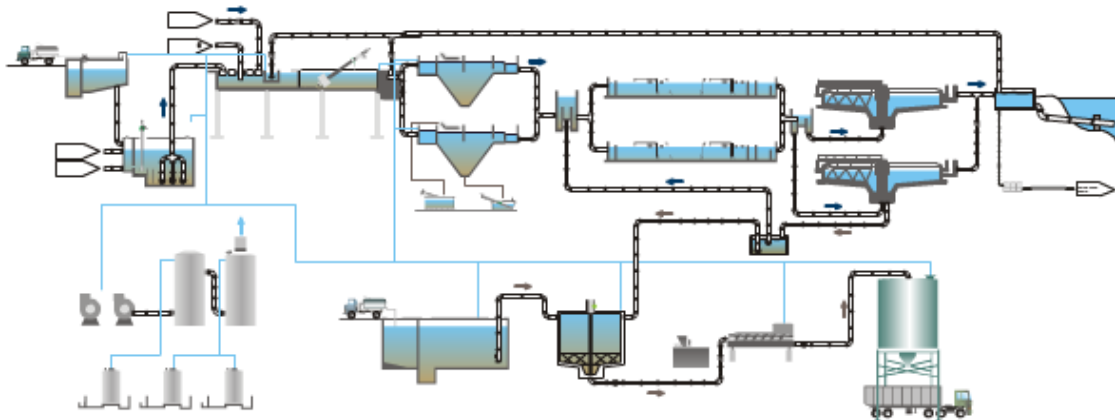


Figura 10 - Diagrama funcional do funcionamento de uma ETAR

## 2.3- Descrição geral do tratamento de águas residuais

### 2.3.1- Tratamento Preliminar

Como referido anteriormente após a utilização das águas, as mesmas não podem ser descarregadas diretamente no meio ambiente, o que colocaria em risco a saúde pública e a preservação dos recursos hídricos.

De modo a tratar as águas para posterior descarga no meio ambiente é então necessário recorrer às ETAR's. Assim sendo numa primeira fase torna-se necessária a recolha das águas residuais (esgotos) e o seu encaminhamento para as ETAR's, processo este que é realizado com recurso a redes de drenagem (conjunto de coletores).

O tratamento preliminar, que inclui a obra de entrada, consiste então na primeira etapa do tratamento e é onde decorrem as operações unitárias de gradagem, remoção de areias e desengorduramento. Nesta operação unitária de gradagem, as águas residuais são encaminhadas através de várias grades (mecânicas ou manuais) onde ficam depositados os resíduos sólidos com maiores dimensões.

O objetivo desta primeira fase é impedir a passagem dos resíduos para as fases seguintes, de forma a evitar entupimentos das condutas e bloqueios de equipamentos mecânicos. Na Figura 11 ilustra-se esta primeira etapa.[4].

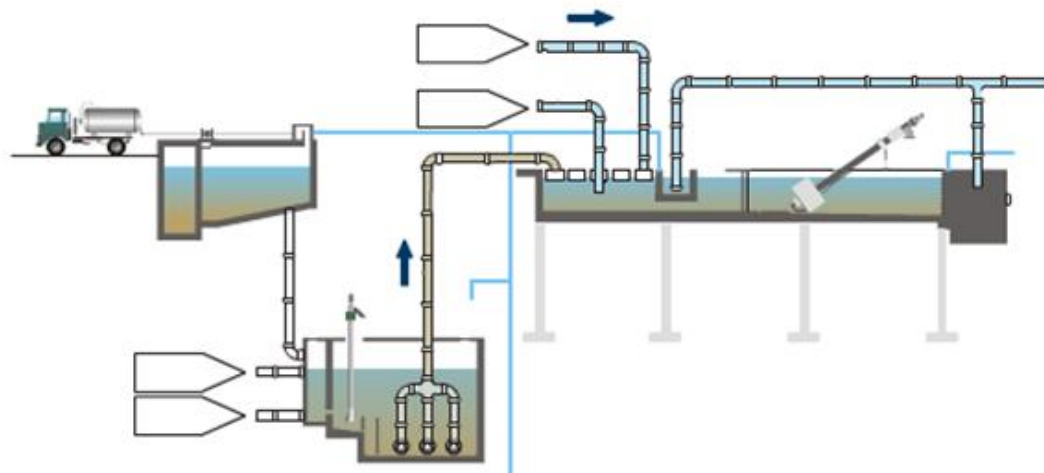


Figura 11 - Diagrama funcional relativo ao tratamento preliminar

### 2.3.2- Tratamento Primário

Apesar do esgoto apresentar um aspeto um pouco mais razoável após a etapa preliminar, as características poluidoras ainda se encontram na água. Assim sendo dá-se início ao tratamento propriamente dito. Nesta primeira fase denominada por tratamento primário, os poluentes são separados da água por ação de sedimentadores primários (sedimentação).

Este processo exclusivamente de ação física, pode em determinadas situações, ser auxiliado pela adição de agentes químicos que por meio de uma coagulação/floculação, permitem a obtenção de flocos de matéria poluente com dimensões mais consideráveis e mais facilmente decantáveis.

O diagrama da Figura 12 ilustra esse processo.[4]

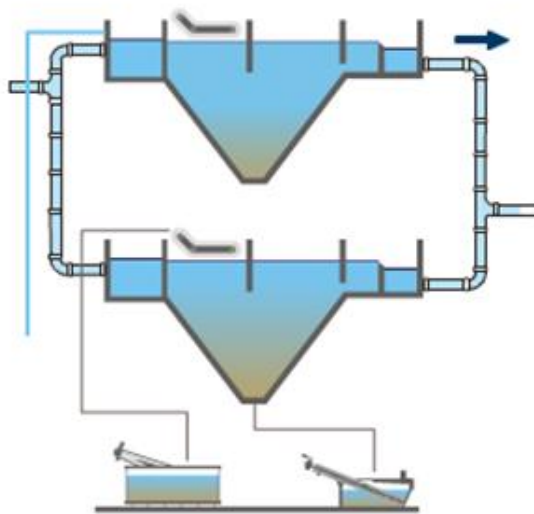


Figura 12 – Diagrama funcional relativo ao tratamento primário

### 2.3.3- Tratamento Secundário – Lamas Ativadas

Uma vez retirados os sólidos, as areias e as gorduras, a água residual segue para a fase do tratamento secundário.

O tratamento secundário é composto por processos de natureza biológica seguidos de processos físico-químicos.

No âmbito do processo biológico pode - se ser recorrer a dois tipos de tratamentos diferentes:

- Aeróbicos (com presença de oxigénio), onde se podem empregar sistemas de lamas ativadas, leitos percoladores, lagoas arejadas, biodiscos;
- Anaeróbicos (na ausência de oxigénio), podem servir-se de lagoas ou digestores anaeróbicos.

Neste caso, o processo biológico trata-se de um processo aeróbico com recurso a lamas ativadas, onde através dos microrganismos presentes no organismo e com fornecimento de oxigénio (daqui o nome de processo aeróbico) vão utilizar a matéria orgânica como alimento, degradando-a e eliminando-a da água residual.

O oxigénio é facultado com recurso á introdução de ar nos reatores biológicos, também denominados por valas de oxidação utilizando turbinas de arejamento.

A vala de oxidação é um tipo de reator biológico que possibilita que para além de eliminar a matéria orgânica, eliminar o azoto, por ação do processo de nitrificação/desnitrificação.

A remoção do azoto e do fósforo (nutrientes) é importante, pois a sua descarga no meio ambiente contribuirá para eutrofização das massas de água, desencadeando o crescimento acelerado de algas e interferindo no equilíbrio ecológico e na qualidade da água.

O diagrama da Figura 13 pretende ilustrar o processo de tratamento secundário através de lamas ativadas.[4]

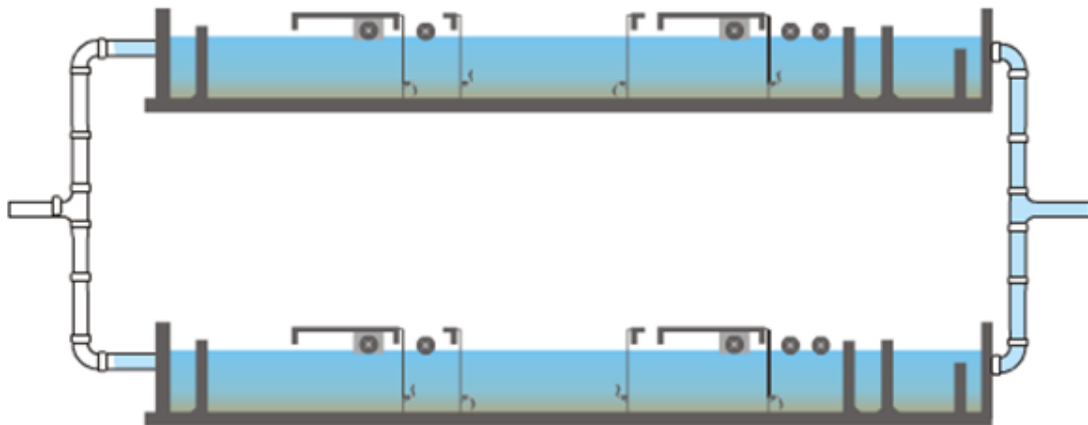


Figura 13 - Diagrama funcional relativo ao tratamento secundário com lamas ativadas

#### 2.3.4- Tratamento Secundário – Decantação Secundária

Ainda na sequência do tratamento secundário, o processo físico-químico ocorre nos decantadores secundários.

Os flocos biológicos do processo são mais pesados do que a água e sedimentam no fundo do decantador, ficando a água clarificada à superfície.

As lamas que ficam depositadas no decantador são periodicamente recirculadas para a vala de oxidação e quando em excesso, são encaminhadas para a linha de tratamento de lamas. Esta recirculação tem em vista, o aumento da concentração de microrganismos no tanque e consequentemente o aumento da degradação de matéria orgânica, otimizando deste modo,

a eficiência do tratamento. Nesta fase parte da água, já tratada, é lançada ao meio recetor sendo que a outra parte segue para a etapa de tratamento terciário, com o objetivo de vir a ser reutilizada na ETAR.

No diagrama da Figura 14 pretende-se clarificar o processo de decantação secundária [4].

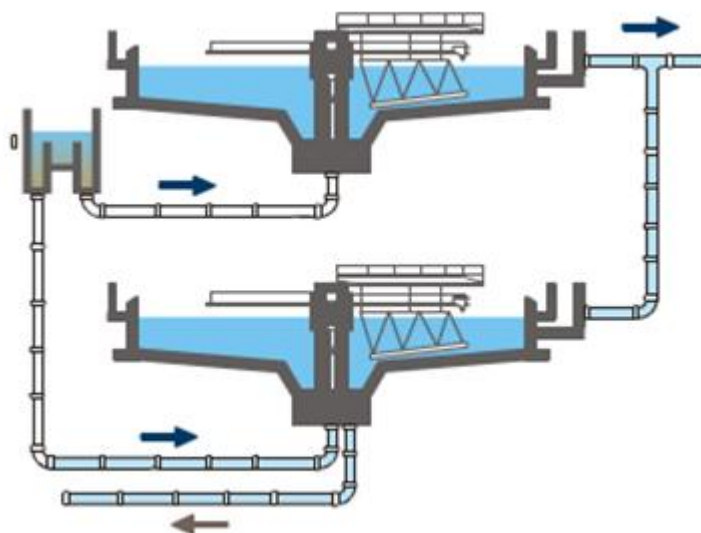


Figura 14 - Diagrama funcional relativo ao processo de decantação secundária

### 2.3.5- Tratamento Terciário -Reutilização da água tratada

A água a reutilizar na ETAR, com utilizações na rega e nas limpezas das instalações, têm ainda de ultrapassar mais um tratamento terciário de forma a eliminar os microrganismos e assim garantir a segurança do pessoal afeto á instalação.

Este tratamento terciário consta de uma filtragem de modo a eliminar algumas partículas sólidas que possam existir na água, para além disso é feita também uma desinfeção em canal Ultravioletas para eliminar microrganismos patogénicos.

Na seguinte Figura ilustra-se este mesmo processo.[4]

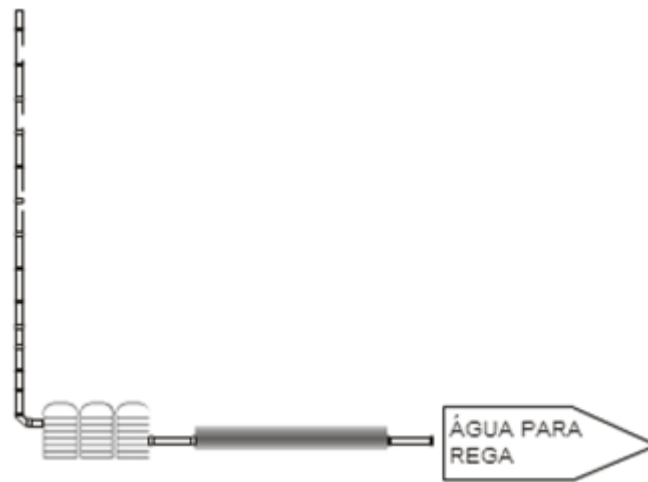


Figura 15 – Diagrama funcional relativo ao tratamento terciário

### 2.3.6- Desodorização

Numa ETAR existem algumas tarefas de tratamento que provocam a libertação de compostos químicos responsáveis pelos maus odores, sendo que alguns deles são prejudiciais à nossa saúde. É portanto necessário eliminar estes compostos do ar, o que é efetuado na etapa de desodorização.

Esta etapa é executada através de processos de lavagem química. O ar contaminado é então retirado das áreas do processo que são consideradas críticas e conduzido em direção às torres de lavagem química, onde é provocado o contacto (em contracorrente), entre o ar contaminado por compostos responsáveis pelos odores e soluções de reagentes químicos (ácidos e bases) com capacidade para oxidar e neutralizar aqueles compostos. Chegando à saída das torres o ar está isento de maus odores como se demonstra no diagrama da Figura 16.[21]



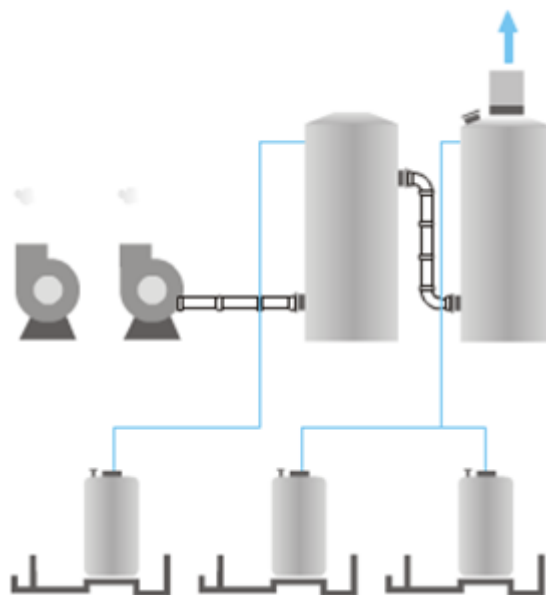


Figura 16 – Diagrama funcional relativo á desodorização

### 2.3.7- Tratamento de lamas

As lamas, retiradas do processo de tratamento das águas residuais, são também sujeitas a tratamento.

O tratamento de lamas inclui duas etapas, a saber: espessamento gravítico e desidratação mecânica em centrífuga.

Na etapa de espessamento gravítico, as lamas são conduzidas para um espessador, idêntico a um decantador, onde se vai processar a separação entre as lamas, que são mais pesadas e a água que fica na superfície no espessador e voltando ao início do tratamento na ETAR.

As lamas obtidas através deste processo de espessamento são desidratadas numa centrífuga de modo a retirar a maior quantidade de água possível das lamas e consequentemente reduzir o seu volume.

A lama desidratada é seguidamente armazenada em silo e posteriormente conduzida a destino final adequado, como se ilustra na Figura 17 [21].

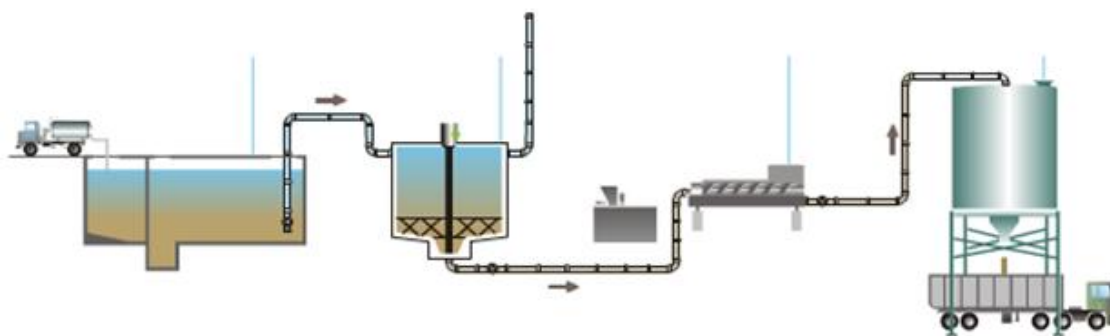


Figura 17 – Diagrama funcional relativo ao tratamento de lamas

### 2.3.8- Descarga no meio receptor

Após ser submetida aos tratamentos levados a cabo pela ETAR a água é devolvida à natureza, sem colocar em risco o equilíbrio ecológico (Figura 18).[21]

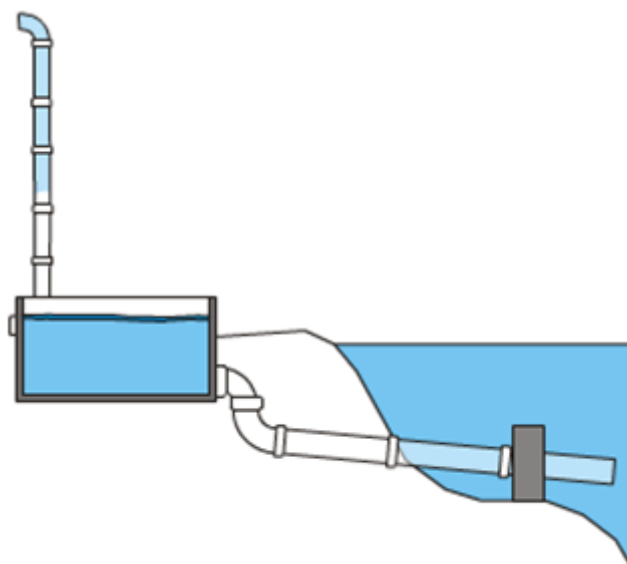


Figura 18 – Descarga da água no meio recetor

### 2.4- Aspetos técnicos de projetos de ETAR

Num projeto de uma ETAR, existe um conjunto de aspetos técnicos a considerar, de forma sintética mas explícita durante o procedimento de AIA (Avaliação de Impacte Ambiental). Estando em fase de estudo prévio ou anteprojecto, nem todos os aspetos possuem carácter definitivo e devem ser apresentadas todas as alternativas em análise para que possa haver

um termo de comparação dos impactes ambientais resultantes de cada alternativa e, por consequência, a adoção da alternativa mais vantajosa.

Uma vez que o tratamento é um dos aspetos técnicos centrais de um projeto de ETAR, no presente capítulo descrevem-se, resumidamente, os tipos de tratamento mais frequentemente utilizados em Portugal, quer em projetos de ETAR de grandes dimensões, quer de pequenas dimensões não sujeitas a procedimento de AIA. No entanto, são também tratados aspetos técnicos de alguns projetos complementares às ETAR, desde o processo de recolha de águas residuais à respetiva descarga em meio recetor.

Esta seção contribui assim para um melhor conhecimento dos aspetos técnicos mais relevantes em projetos de ETAR, nomeadamente na fase de exploração.[5]

#### 2.4.1- Caracterização de água residual afluyente

As ETAR podem receber águas residuais com diferentes composições, o que acarreta a adoção de diferentes tipos de operações e processos de tratamento dependendo do tipo de águas residuais a tratar.

Tendo em conta os respetivos diplomas legais, nomeadamente do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, as águas residuais podem ser classificadas em três tipos:

- Águas residuais domésticas – as águas residuais de serviços e de instalações residenciais, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de atividades domésticas (lavagens, cozinha, etc.)
- Águas residuais industriais – as águas residuais provenientes de qualquer tipo de atividade que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas nem sejam águas pluviais
- Águas residuais urbanas – as águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e/ou com águas pluviais

Podem ainda ser consideradas as águas pluviais, como as águas compostas em exclusivo pelas escorrências originadas pela precipitação.

A situação mais comum recai sobre o tratamento integrado de águas residuais domésticas e industriais, o que provoca uma adaptação do sistema de tratamento às características das águas afluentes, sobretudo das águas residuais industriais, já que estas podem ter uma composição muito variada, de acordo com a tipologia de indústria.

As ligações de coletores industriais aos coletores municipais carecem de uma autorização, que depende das características do efluente industrial. De um modo geral, os municípios possuem um regulamento de descarga de águas residuais em coletores municipais que estabelece valores-limite para os constituintes das águas residuais industriais, para que o tratamento na ETAR não seja comprometido. Quando as unidades industriais não possuem efluentes com as características regulamentares, estes devem ser sujeitos a um tratamento prévio, antes de serem enviados para a ETAR.

A caracterização das águas residuais a tratar é importante de modo a adequar o dimensionamento da ETAR e respetivo funcionamento. Os dois parâmetros mais importantes na caracterização são o caudal e a quantidade de carga poluente.

O parâmetro de medição da poluição orgânica de uma água residual mais utilizada é o CBO5 - carência bioquímica de oxigénio. Este parâmetro mede a quantidade de matéria orgânica oxidável por reações biológicas, ou seja, biodegradável. A sua determinação envolve um método indireto, através da medição do oxigénio dissolvido utilizado pelos microrganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica. O índice 5 indica que a medição é feita ao fim de 5 dias, quando a concentração de oxigénio começa a ser estável, e a uma temperatura da amostra de 20°C.

A capacidade de tratamento das ETAR é expressa, na literatura e legislação específicas, em função do número de habitantes-equivalentes (hab-eq.) ou população equivalente, pelo que importa clarificar estes conceitos:

- Um habitante-equivalente corresponde à carga orgânica biodegradável produzida em média por um habitante, expresso em gramas de CBO5 por dia. Assim, a capitação de CBO5 em águas residuais domésticas possui o valor médio de 60 g/hab.dia
- A população equivalente corresponde ao número de habitantes que produzem uma carga orgânica semelhante e é um parâmetro usualmente utilizado para estabelecer a

equivalência entre a carga poluente de um efluente industrial e a respetiva carga poluente produzida pela população de um aglomerado populacional. Em resumo, geralmente, a população equivalente não é igual à população do aglomerado populacional

Além da matéria orgânica biodegradável, as águas residuais transportam sólidos grosseiros, areias, gorduras, nutrientes como fósforo e azoto, e uma série de outros possíveis contaminantes, que importa remover antes da sua descarga no meio hídrico recetor. [20]

#### 2.4.2- Sistema de recolha e drenagem de águas residuais

O sistema de recolha e drenagem de águas residuais é determinado como a rede fixa de coletores, que com as demais componentes de transporte e de elevação, fazem afluir as águas residuais a uma ETAR. O sistema de recolha e drenagem de águas residuais pode incluir os seguintes meios:

- Coletor – trata-se de tubagens, em que o escoamento se processa com superfície livre e são utilizados nos sistemas de coleta de águas residuais e pluviais
- Estações elevatórias - sempre que o escoamento das águas residuais não possa ser efetuado por ação da gravidade, torna-se necessário instalarem - se estações elevatórias de modo a transportar o caudal de águas residuais sobre pressão até à ETAR, ou até uma cota topográfica superior a partir da qual o escoamento seja possível de forma gravítica. As estações elevatórias sempre que as condições o exijam devem possuir sistemas de tratamento preliminar. Estes equipamentos, têm sempre acoplado um tanque de equalização de forma a nunca trabalharem “em seco”, e um descarregador a montante, ligado a um coletor de recurso, de modo a fazer face à ocorrência de avarias, necessidade de colocação fora de serviço ou afluência excessiva de águas residuais.
- Caixa de visita – trata-se de equipamentos dos sistemas de drenagem que permitem o acesso para manutenção, através de tampas, e a junção de coletores, possibilitando a mudança de direção dos mesmos.
- Sumidouros - são os mecanismos com entrada lateral ou superior das águas de escoência superficial, habitualmente instaladas na via pública.

Os sistemas de drenagem podem ser distinguidos como unitários ou separativos. Na situação de se tratar de um sistema unitário, o mesmo coletor realiza a drenagem das águas residuais em conjunto com as águas pluviais. No caso de um sistema de drenagem separativo, existem duas redes independentes de coletores, em que uma drena unicamente as águas residuais e outra, as águas pluviais. Os sistemas separativos são mais eficientes pois evitam a mistura das águas pluviais (que não necessitam tratamento e apresentam um caudal muito elevado) com as águas residuais, facilitando, por este facto, as operações de tratamento, e evitando o sobredimensionamento das ETAR. [20]

#### 2.4.3- Sistema de tratamento de águas residuais

O tratamento de águas residuais apresenta duas fases diferenciadas de tratamento: uma corresponde ao tratamento da fase líquida, cujo objetivo é o tratamento da água residual de forma a cumprir as condições exigidas na licença de descarga, para posterior rejeição no meio recetor; a outra corresponde ao tratamento da fase sólida, em que é dado tratamento adequado aos sólidos removidos da água residual na fase líquida.

Complementarmente, poderá ser necessário realizar o tratamento dos odores provenientes da degradação da matéria orgânica existente nas águas residuais, e que é removida ao longo do processo de tratamento das ETAR. Por outro lado, existem algumas estruturas de apoio indispensáveis para o correto funcionamento e exploração das ETAR, bem como os vários tipos de instrumentação e automação, cada vez mais implementados nas ETAR em Portugal, que veio permitir um melhor controlo das diversas etapas do sistema de tratamento e, conseqüentemente, melhorar a exploração. [20]

##### 2.4.3.1- Fase líquida

Na generalidade dos casos, existem quatro fases de tratamento de águas residuais numa ETAR, a saber, tratamento preliminar, primário, secundário e terciário ou de afinação. A escolha de um sistema de tratamento é limitada por diversos fatores, como as características quantitativas e qualitativas das águas residuais, a localização do sistema e os valores-limite de emissão dos efluentes da ETAR que se pretendem, em função da qualidade da água do meio recetor onde será descarregada a água residual tratada.

De maneira a assegurar o cumprimento dos objetivos de descarga necessários, existem várias tecnologias e processos disponíveis. É ao nível do tratamento secundário que existe uma maior variedade de tecnologias que mais afetam a configuração da ETAR. [20]

#### 2.4.3.1.1- Tratamento preliminar

O tratamento preliminar constitui um conjunto de operações físicas com a finalidade de retirar da água residual, por exemplo, materiais grosseiros, areias e gorduras. O objetivo desta etapa é preservar os órgãos e processos de tratamento seguintes, bem como evitar obstruções dos circuitos hidráulicos e contaminações das águas e lamas, contribuindo, desta forma, para uma maior eficiência. Os órgãos possíveis de aplicação nesta fase são, entre outros:

- Gradagem – Sistema de grelhas, montado num ou mais canais, por onde circula a água residual, que retém os sólidos de maiores dimensões. Após a sua retenção estes sólidos são recolhidos e armazenados temporariamente em contentores, sendo encaminhados posteriormente para um destino final próprio. Na seguinte Figura pode-se observar um dispositivo de gradagem:



Figura 19 – Grade mecânica

- Tamisação – tem a mesma finalidade do sistema anterior no entanto apresenta uma maior eficácia de remoção pois tem uma malha mais fina, que retém sólidos mais pequenos, pelo

que deve ser utilizado como complemento á gradagem. Esta operação é feita por equipamentos eletromecânicos que podem ter várias configurações conforme o fabricante.

Na Figura 21, ilustra-se um tamisador.



Figura 20 – Tamisador

- Desarenação – Pode ser realizada de diversas formas, o objetivo desta operação é a remoção das areias do efluente. Pode consistir, por exemplo, num tanque onde o efluente passa com uma velocidade reduzida, permitindo que as areias assentem por gravidade, sendo removidas e encaminhadas para um classificador de areias. As operações de desarenação e remoção de óleos e gorduras podem ser realizadas no mesmo órgão de tratamento (desarenadores/desengorduradores).

Na Figura 21, apresenta-se um desarenador/desengordurador. [20]





Figura 21 – Desarenador/desengordurador

#### 2.4.3.1.2- Tratamento primário

O tratamento primário pode ser composto por processos físicos e químicos e tem como finalidade a remoção dos sólidos facilmente sedimentáveis. Pretende-se que, com este tratamento, a CBO5 das águas residuais seja reduzida, no mínimo, em 20% e o total das partículas sólidas em suspensão (SST) das águas recebidas seja reduzido, no mínimo, em 50%. O tratamento primário é efetuado genericamente através de sedimentação/decantação, ou flotação:

Decantação - tem como objetivo principal retirar os sólidos em suspensão decantáveis (por ação da gravidade). Esta operação é realizada num decantador onde a água permanece o tempo suficiente para permitir que as partículas suspensas sedimentem no fundo, sendo também removidas as escumas que se amontoam à superfície dos decantadores. Existem sistemas de decantação lamelar e decantação assistida através de coagulação e floculação, com a adição de reagentes químicos, de forma a aumentar a sua eficiência, possibilitando a redução da área de ocupação dos decantadores. Este tipo de órgãos pode ser de planta circular, quadrada ou retangular, e enterrados ou semienterrados. A água clarificada passa para o tratamento secundário, enquanto as lamas primárias são recolhidas para posterior tratamento na fase sólida e as escumas são encaminhadas para o concentrador de gorduras do tratamento preliminar. Na seguinte Figura mostra-se um decantador.



Figura 22 - Decantador

Flotação – trata-se de uma operação com a qual se pretende remover sólidos de dimensões tão reduzidas que não é viável a sua separação por ação da gravidade. Consiste na injeção de um fluxo de ar ascendente no interior do tanque, sendo arrastados os sólidos, juntamente com as bolhas de ar, para a superfície, onde são recolhidos e encaminhados para tratamento na fase sólida. Este processo ilustra-se na Figura posterior. [20]



Figura 23 –Flotador

### 2.4.3.1.3- Tratamento secundário

O tratamento secundário é integrado geralmente por processos biológicos e propõem-se retirar a matéria orgânica biodegradável presente no efluente, na forma coloidal, dissolvida ou suspensa, que não foi removida através de tratamento primário. O tratamento secundário pode ser dimensionado para remover nutrientes como fósforo e azoto. A água residual é colocada em contacto com um meio “rico” em microrganismos que vão metabolizar essa matéria orgânica, retirando-a da fase líquida e incorporando-a na sua biomassa. Os processos biológicos podem ser aeróbios (na presença de oxigénio), anaeróbios (sem oxigénio), anóxicos (sem oxigénio dissolvido e na presença de nitritos e/ou nitratos) e processos mistos. Esta é a fase de tratamento para a qual existe a maior variedade de sistemas, podendo ser de biomassa fixa, suspensa, híbridos e sistemas combinados. . [20]

Nos sistemas de tratamento biológico por biomassa suspensa, os microrganismos encarregados da metabolização da matéria orgânica encontram-se em suspensão na água residual. Estes sistemas podem ser:

Lamas ativadas - O sistema de tratamento por lamas ativadas consiste num processo biológico de biomassa suspensa que tem por objetivo transformar matéria solúvel em matéria decantável. O efluente originário do tratamento primário é encaminhado para um tanque de arejamento (com a adição de ar ou oxigénio puro), onde é fornecido o oxigénio necessário para que os microrganismos metabolizem a matéria orgânica. Seguidamente, estes são removidos num decantador secundário, onde ocorre a separação da fase líquida (efluente tratado) e da fase sólida (lamas secundárias). A concentração ideal de microrganismos no tanque de arejamento é garantida através da recirculação das lamas recolhidas no fundo do decantador secundário.

Num sistema de lamas ativadas convencionais há uma produção de lamas em excesso que são removidas e encaminhadas para a fase sólida. Nos sistemas de lamas ativadas com arejamento prolongado, a quantidade de lamas produzidas é menor.

O sistema mais utilizado em Portugal, em ETAR de grandes dimensões, é o sistema de biomassa suspensa, por lamas ativadas, que pode apresentar várias configurações, como

tanques de arejamento convencionais, valas de oxidação, e Sequencing Batch Reactor (SBR).

Na Figura 24 pode - se constatar as diferenças entre o sistema de lamas ativadas confinadas e ao ar livre.



Figura 24 – Sistema de tratamento biológico por lamas activadas (esquerda: unidade de tratamento confinada; direita: unidade de tratamento ao ar livre)

Lagoas - No tratamento por lagunagem, a água residual transpõe um conjunto de lagoas onde ocorrem processos idênticos aos que ocorreriam em meio natural. O efluente é dirigido graviticamente e em contínuo para lagoas com diferentes profundidades e dimensões, onde ocorrem processos de degradação através de microrganismos e microalgas.

Existem lagoas anaeróbias, que se reservam ao pré-tratamento de efluentes com elevada carga orgânica, lagoas facultativas, para efluentes de carga orgânica intermédia e para a afinação de efluentes de outras lagoas, e lagoas de maturação, onde ocorre a remoção de microrganismos patogénicos e de nutrientes. Podem também existir lagoas arejadas, onde é fornecido oxigénio através de arejadores mecânicos, de forma a aumentar a eficiência do tratamento. [20]



Figura 25 – Sistema de tratamento biológico por lagunagem

Nos sistemas de biomassa fixa os microrganismos crescem num substrato inerte fixo, que pode ser de pedras, areia ou plástico, criando um bio-filme por onde a água residual passa, permitindo aos microrganismos a degradação da matéria orgânica da água residual. Os sistemas mais utilizados são:

Leitos percoladores - Estes sistemas são constituídos por tanques circulares nos quais é colocado um material de enchimento que serve de meio de suporte à biomassa. O meio de enchimento pode ser constituído por pedras ou material sintético granulado. O efluente é injetado pela parte superior do leito e, à medida que passa através do enchimento, os microrganismos captam os nutrientes e decompõem a matéria orgânica. O efluente escoado e recolhido na zona inferior do leito, pode ser recirculado. De modo a garantir as necessidades de oxigénio e o crescimento dos microrganismos, é promovida a circulação do ar. À medida que a espessura da camada de bio-filme vai aumentando, as camadas inferiores entram em anaerobiose, facilitando a desnitrificação do efluente. O efluente tratado que sai do leito percolador é encaminhado para um decantador secundário, de forma a confirmar a separação dos fragmentos de bio-filme, que se descolaram da superfície das partículas de enchimento.



A seguinte figura ilustra o sistema de tratamento biológico por leitos percoladores.



Figura 26 – Sistema de tratamento biológico por leitos percoladores

**Discos biológicos** – Os discos biológicos consistem num conjunto de discos circulares, dispostos paralelamente e acoplados por um eixo horizontal. Esta configuração possibilita um grande aumento da área de contacto. Devido à rugosidade da superfície dos discos, os microrganismos aderem, constituindo um bio-filme. Os discos giram em torno do eixo e mergulham parcialmente num canal com o efluente a tratar, o que garante que os microrganismos estão alternadamente em contacto com o ar e com a matéria orgânica. De um modo geral, estas unidades de discos biológicos são cobertas, para evitar a incidência de radiação solar e o desenvolvimento de algas, e as perdas de calor.



Figura 27 – Sistema de tratamento biológico por discos biológicos

Biofiltros - Os biofiltros tratam-se, de tanques com enchimento de pequenas esferas (meio filtrante) mantidas em contacto com o efluente e arejadas com ar introduzido através de uma rede distribuidora existente na secção inferior. A água residual a tratar circula por gravidade e o ar atravessa o meio filtrante com um movimento ascendente (ar e água em contra-corrente). Assim, a eliminação de carbono solúvel e a filtração de sólidos em suspensão, bem como a retenção simultânea de fósforo, são possíveis por meio da flora bacteriana existente no material filtrante.

Em sistemas híbridos, a biomassa encontra-se fixa a um meio de enchimento que se mantém em suspensão na água residual através de agitadores ou arejadores. De uma forma geral estes sistemas apresentam tecnologias patenteadas, como por exemplo o *moving-bed biofilm reactor* (MBBR). Existem também sistemas de tratamento em que a linha de tratamento dispõe de sistemas de biomassa fixa e suspensa de forma sequencial, como, por exemplo, sistemas de leitos percoladores e lamas ativadas sequenciais. [20]

#### 2.4.3.1.4- Tratamento terciário

Esta fase de tratamento conclui as etapas anteriores de tratamento, quer pela exigência de qualidade do meio recetor quer pelos usos previstos para o mesmo. Assim, este tratamento poderá ter como objetivo a remoção de determinados poluentes que se mantêm na água após terem passado pelos tratamentos anteriores, como partículas dificilmente decantáveis, microrganismos patogénicos, nutrientes, como azoto e fósforo, ou outros compostos, como herbicidas ou pesticidas.

A remoção de azoto e fósforo pode ser obtida por via biológica, normalmente associada ao tratamento secundário, ou por via química, que no caso do azoto se faz por *stripping*, e no caso do fósforo é, normalmente, por precipitação.

A desinfecção tem como finalidade a destruição/inativação parcial dos microrganismos patogénicos que poderá realizar-se pela adição de agentes químicos (por exemplo: ozono, cloro, dióxido de cloro e hipoclorito de sódio) e físicos, nomeadamente através de radiação ultravioleta.

Antes da desinfecção por radiação ultravioleta é geralmente necessária a filtração, de forma a remover as partículas em suspensão não removidas nos tratamentos anteriores e que influenciam a eficiência da desinfecção.

Existem, no entanto, outros tipos de tratamentos para remoção de poluentes específicos que podem ser realizados através de operações físicas e/ou químicas, nomeadamente coagulação, floculação e decantação, absorção sobre carvão ativado, troca iónica e osmose inversa [20].

#### 2.4.3.2 - Fase sólida

O tratamento das lamas geradas na ETAR (primárias e secundárias) consiste no espessamento, digestão e desidratação. [20]

##### 1.4.3.2.1 - Espessamento

O espessamento de lamas tem por finalidade a redução do volume de lamas afluentes aos órgãos subsequentes, diminuindo as dimensões desses órgãos e o seu custo de investimento, permitindo ainda a homogeneização das lamas e, assim, a otimização do funcionamento dos processos biológicos na digestão de lamas, e a desidratação. Os principais processos presentes de espessamento de lamas são o espessamento gravítico, o espessamento por flotação com ar difuso e o espessamento mecânico, recorrendo a equipamentos eletromecânicos como mesas de espessamento, crivos e tambores rotativos e centrífugas. A água removida às lamas é conduzida para o início do tratamento da fase líquida. [20]



Na figura 28 apresenta-se uma imagem de um espessador.



Figura 28 – Espessador

#### 2.4.3.2.2- Estabilização

As principais finalidades da estabilização de lamas são evitar, reduzir ou eliminar o potencial de putrefação, remover microrganismos patogénicos e a eliminação dos odores. Estes fenómenos ocorrem quando os microrganismos têm a oportunidade de sobreviver e de se multiplicar na fração de matéria orgânica das lamas. A estabilização das lamas pode ser feita de diferentes formas:

Digestão anaeróbica – Reside num processo de mineralização biológica da matéria orgânica na carência de oxigénio, sendo uma das características fundamentais a valorização do biogás para a produção de calor, para uso na ETAR, e eletricidade, para uso interno e venda à rede de distribuição de eletricidade.

Digestão anaeróbica – Trata-se da mineralização biológica da matéria orgânica tendo por base uma fonte externa de oxigénio, da qual resultam lamas estabilizadas e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que não pode ser valorizado.

Esterilização química por adição de cal – utilização de cal não reduz a matéria orgânica das lamas. A sua ação de estabilização/desinfecção dos microrganismos presentes nas lamas é

evidenciada quer através de simples elevação do pH das mesmas (para valores superiores a 12), com a utilização de cal hidratada  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ , quer através da conjugação deste fenómeno com o aumento de temperatura para valores superiores a 60 °C, quando utilizada sob a forma de cal viva (CaO).

**Esterilização térmica** – Este processo consta da redução do teor de humidade das lamas por adição de calor (através da evaporação da água), até um teor desejado que pode atingir os 90%. Consegue-se, desta forma, um produto quase sólido com cerca de 75 a 95% de matéria seca, de textura usualmente granular, próprio para vários destinos finais. Possibilita ainda estabilizar e higienizar as lamas, auxiliar a sua valorização orgânica ou a sua incineração, bem como reduzir os custos associados ao tratamento das lamas.

**Compostagem** – A compostagem de lamas consiste num processo de deterioração biológica aeróbica de resíduos até atingir a estabilização, ocasionando a produção de uma substância húmida (composto), que pode ser utilizado como corretor de solos [20].

#### 2.4.3.2.3- Desidratação

A desidratação das lamas tem como finalidade retirar o máximo de água presente nas lamas, tendo em atenção a relação custo/benefício. Os benefícios da desidratação das lamas relacionam-se com um menor custo de transporte das lamas para o destino final e nas facilidades de manipulação. De forma geral, em ETAR de grandes dimensões procede-se à desidratação mecânica de lamas através da instalação de determinados equipamentos eletromecânicos, tais como filtros banda, filtros prensa ou centrífugas.

As lamas desidratadas são temporariamente depositadas em contentores ou silos com o volume adequado, que permita armazenar as lamas desidratadas até que estas sejam dirigidas para valorização ou destino final apropriado. [20]

Nas seguintes Figuras apresentam-se equipamentos utilizados para a desidratação das lamas.



Figura 29 – Centrífuga



Figura 30 – Filtro banda

#### 2.4.3.3- Órgãos de emergência/minimização de descargas não tratadas

De modo a assegurar a segurança a estrutura da instalação e a redução de descargas de águas residuais não tratadas, as ETAR devem recomendar a existência de *by-pass* total à estação e *by-pass* parciais em cada fase do processamento de tratamento da fase líquida. Complementarmente, existe em regra, um tanque de retenção de emergência que

possibilita o armazenamento de águas residuais, nos períodos de emergência em que o caudal afluente excede a capacidade de tratamento da ETAR, até ser possível proceder ao seu devido tratamento. [20]

#### 2.4.3.4- Sistemas de desodorização

Uma das particularidades das ETAR é a produção de odores e de compostos orgânicos voláteis (COV), resultantes da degradação da matéria orgânica presente nas águas residuais, e que se verifica, fundamentalmente, nas fases de tratamento preliminar e primário, bem como nas diversas operações da fase sólida. De forma a controlar a emissão de compostos odoríferos, o projeto poderá prever a cobertura parcial ou total da ETAR, em que os órgãos de tratamento se encontram em edifícios fechados, com pressão atmosférica negativa devido à aspiração de ar, que será encaminhado para uma central de desodorização antes da sua rejeição na atmosfera. [20]

As principais tecnologias empregadas são os biofiltros, sistemas de absorção, habitualmente de carvão ativado, e os sistemas de lavagem química (*scrubbers*).

#### 2.4.3.5- Edifícios de exploração

A ETAR deve contar ainda com edifícios de exploração onde se encontram a sala de comando e quadros elétricos, sala da central hidropneumática, sala de compressores, gabinetes, sala de reuniões, laboratório, instalações sanitárias, cozinha, zonas para armazenamento de reagentes, entre outros. [20]

#### 2.4.4- Caracterização da água residual afluente

De modo a realizar a descarga das águas residuais tratadas no meio recetor é indispensável edificar um emissário, que consta num coletor que transporta as águas residuais tratadas até ao ponto de descarga, que poderá ser uma linha de água, um estuário ou no mar. Complementarmente, pode ser necessária a construção de um exutor submarino de forma a descarregar a água residual tratada a uma maior distância da costa, de forma a melhorar as condições de dispersão e assim minimizar os impactes nas zonas balneares. [20]

## 2.5- Legislação específica de licenciamento de Projetos de ETAR

Uma vez emitida a DIA (Declaração de Impacte Ambiental) favorável ou condicionalmente favorável, é possível iniciarem-se os procedimentos de licenciamento necessários à construção/remodelação de uma ETAR e à sua exploração. [20]

### 2.5.1- Licenciamentos associados à construção/remodelação de uma ETAR

A construção ou remodelação de uma ETAR, carece obrigatoriamente do cumprimento de um conjunto de legislação de âmbito ambiental, designadamente o licenciamento de determinadas atividades.

Em consonância com a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, certas utilizações privativas dos recursos hídricos de propriedade pública necessitam de uma licença antecipada. Dentro das utilizações nesta situação, encontram-se algumas que podem ocorrer aquando da construção ou remodelação de uma ETAR. Destaca-se a captação de águas, a ocupação temporária para a construção ou alteração de instalações, a implementação de instalações e equipamentos, a implantação ou ocupação temporária para a construção ou alteração de infraestruturas hidráulicas (por exemplo os intercetores finais das ETAR) ou ainda a realização de aterros ou escavações.

O regime de licenciamento encontra-se regulamentado pelo Decreto-Lei nº 226-A/2007, datado de 31 de Maio, e pela Portaria nº 1450/2007 com data de 12 de Novembro. Não deve ser também desconsiderado o Sistema Nacional de Informação dos Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos (SNITURH), que deve abarcar a inscrição e caracterização de todos os títulos de utilização, bem como dados de autocontrolo e monitorização.

De modo a proceder à execução destas atividades, o proponente do projeto deverá apresentar um pedido de licença de utilização à autoridade competente. Este pedido deverá ser avaliado e definido no prazo de 45 dias.

No decorrer da fase de construção/remodelação é habitual haver a necessidade de levar a cabo tarefas ruidosas. Para além das fontes de ruído serem tidas em conta no regime de avaliação de impacte ambiental, podem também ser submetidas a licenças especiais de

ruído, estando esta situação salvaguardada, no Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro (Regulamento Geral de Ruído).

Uma licença especial de ruído é emitida pelo respetivo município, para a execução de atividades ruidosas temporárias, em casos de exceção devidamente argumentados, e delimita ainda as condições de exercício da atividade. Esta licença deve ser solicitada pelo interessado com uma antecedência de pelo menos 15 dias úteis, relativamente à data de início de atividade.

A edificação de uma ETAR, por parte dos municípios ou por entidades gestoras de sistemas públicos de saneamento de águas residuais urbanas está isenta de licenciamento urbanístico, sem prejuízo no segundo caso, da necessidade de parecer prévio não vinculativo por parte do município, que deve ser emitido no prazo de 20 dias a contar da data de receção do respetivo pedido (artigo 7º do Decreto-Lei nº 555/99, de 16 de Dezembro, com última alteração e republicação dada pela Lei nº 60/2007, de 4 de Setembro). Na situação de se tratar de uma entidade gestora concessionária será ainda necessária a aprovação do respetivo projeto pela entidade concedente (por exigência legal, no caso das concessões municipais – Base XII das Bases do contrato de concessão da exploração e gestão dos sistemas multimunicipais de recolha, tratamento e rejeição de efluentes, aprovadas pelo Decreto-Lei nº 162/96, de 4 de Setembro – e por exigência contratual no caso das concessões municipais).

Dependendo da localização aprovada, a instalação de uma ETAR de um sistema público de saneamento de águas residuais urbanas pode ainda impor a constituição de servidões ou a execução de expropriações (caso a localização aprovada implique a ocupação de terrenos privados ou a ocupação de REN, RAN, áreas protegidas, etc., o que depende de uma prévia declaração de utilidade pública lançada pelo ministro responsável pela área de ambiente, após a autorização ou parecer favorável das entidades com jurisdição nas áreas ocupadas – CCDR no caso da REN, Comissões Regionais da Reserva Agrícola, ICNB, no caso das áreas classificadas para a proteção da natureza, órgãos diretivos de áreas protegidas, etc.).

Após a entrada em vigor do regime jurídico específico de gestão de resíduos de construção e demolição (RCD), instituído pelo Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de Março, a gestão de

resíduos originários de uma obra pode influenciar os atos administrativos que lhes estão associados, como sendo o licenciamento ou a receção dessa mesma obra.

Esta articulação é possível na medida em que a obrigatoriedade do cumprimento do regime da gestão de RCD resultante do diploma referido está também consagrada no Código dos Contratos Públicos (CCP), o Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro, e no Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação (RJUE), a Lei n.º 60/2007, de 4 de Setembro.

Na situação concreta de obras que são públicas, o projeto de execução deve ser acompanhado de vários elementos, entre os quais, do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPG). Assim sendo, as condições de receção da obra estão dependentes da vistoria, sendo que o modo como foi executado o PPG deve constar do respetivo auto. Caso o dono da obra não certifique a correta execução do PPG, considera-se que a obra não se encontra em condições de ser recebida, devendo tal condição ser anunciada no auto de receção provisória, lavrado no seguimento da vistoria.

No âmbito das obras abarcadas pelo RJUE, o diploma estabelece concretamente a obrigatoriedade de que seja defendido o disposto no Decreto-Lei nº46/2008, de 12 de Março, sendo este um dos requisitos a obedecer na execução da obra fixados na realização desta intervenção.

Aquando da conclusão da obra, deverá proceder-se à limpeza da área de acordo com o regime da gestão de RCD nela produzidos, sendo esta uma condição da emissão do alvará de autorização de utilização ou da receção provisória das obras de urbanização, exceto nos casos em que tenha sido prestada uma caução para garantia da execução desta operação.

Ainda no que diz respeito à articulação da legislação ambiental com a do licenciamento da obra destaca-se a obrigação do produtor de RCD de realizar e atualizar o Registo de Dados de RCD, em conjunto com o livro de obra, no caso concreto das obras particulares [20].

### 2.5.2- Licenciamentos associados à exploração de uma ETAR

O funcionamento de uma ETAR envolve a utilização do domínio hídrico, através da rejeição de águas residuais, pelo que necessita de um título que certifique essa utilização. A Lei nº 58/2005 e o Decreto-Lei nº 226-A/2007 determinam a necessidade de licença para a

rejeição das águas residuais e concedem a competência para a sua emissão às Administrações de Região Hidrográfica. Esta licença fixa as condições de descarga e as obrigações de autocontrolo do respetivo titular. A emissão da licença para a rejeição de águas residuais acarreta o pagamento da taxa de recursos hídricos (TRH) em consonância com o regime económico e financeiro dos recursos hídricos, publicado pelo Decreto-Lei nº97/2008, de 11 de Junho.

A descarga de águas residuais no meio recetor cumpre determinados critérios de qualidade, de forma a acautelar as condições ambientais e defender a saúde pública. Assim sendo, o grau de tratamento a que as águas residuais são sujeitas é definido pelas condições do meio recetor e pelos usos previstos para as águas tratadas.

O nível de tratamento e as intrínsecas condições de descarga no meio recetor encontram-se reguladas através do Decreto-Lei nº152/97, de 19 de Junho, e do Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto (retificado pela Declaração de Retificação nº22-C/98, de 30 de Novembro).

O Decreto-Lei nº 152/97, que resultou da transposição para o direito nacional da Directiva nº91/271/CEE, do Conselho, de 21 de Maio de 1991, destina-se à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio hídrico e as condições que esta descarga deve obedecer. A descarga de águas residuais deve ter em conta a suscetibilidade do meio recetor, através da classificação das massas de água em zonas sensíveis e menos sensíveis.

Este diploma determina que a descarga de águas residuais urbanas só pode ser licenciada, exceto algumas exceções, quando se submeta, no mínimo, a um tratamento secundário, o que obriga a uma alteração das infraestruturas existentes e à adoção de um tratamento apropriado. No que diz respeito a zonas classificadas como sensíveis, a descarga só pode ser licenciada quando é alvo de um tratamento mais completo.

A identificação de zonas sensíveis e de zonas menos sensíveis consta do Anexo II do Decreto-Lei n.º 152/97, sendo objeto de revisão periódica, a última das quais, operada pelo Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro.

O Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, determina normas, critérios e objetivos de qualidade das águas, de acordo com os seus usos, sobretudo, águas para consumo humano, de suporte da vida aquícola, águas balneares e águas de rega. Institui também o regime de



proteção das águas contra a poluição causada por descargas de águas residuais, através das normas gerais de descarga (valores limite de emissão na descarga de águas residuais – Anexo XVIII).

Caso a água residual seja aproveitada para outros fins, designadamente para rega de culturas agrícolas e florestais ou de jardins públicos, serão aplicáveis outras condutas de licenciamento e outras normas de qualidade, de forma a garantir o tratamento adequado à aplicação em causa, bem como a minimização dos riscos para a saúde pública (artigos 12.º e 15.º do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, e artigo 58.º do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto).

Intrínseco ao modo de tratamento de águas residuais, existe a produção de lamas – resíduos com características variáveis obedecendo ao tipo de efluente e tratamento utilizado. De forma a garantir a proteção ambiental, as lamas de depuração de ETAR devem ter uma gestão adequada, privilegiando-se a sua valorização, de acordo com as competências de utilização com fins agrícolas.

O Decreto-Lei n.º 118/2006, de 21 de Junho, e respetiva Declaração de Retificação n.º 53/2006, de 18 de Agosto, institui o regime jurídico para a utilização de lamas de depuração em solos agrícolas e determina a carência do seu licenciamento.

A gestão de resíduos consta de parte integrante do seu ciclo de vida, sendo da responsabilidade do respetivo produtor. Esta responsabilidade extingue-se pela transmissão dos resíduos a operador licenciado de gestão de resíduos.

Na eventualidade das lamas produzidas na ETAR possuírem características que permitam a sua valorização em solos agrícolas, é indispensável que seja apresentado um pedido de licenciamento à autoridade licenciadora – a Direção Regional da Agricultura e Pescas (DRAP) territorialmente habilitada, conforme disposto no Decreto-Lei n.º 118/2006.

As ETAR que disponham de sistemas de desodorização e/ou cogeração de eletricidade a partir do biogás devem respeitar o Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, que estabelece o regime da prevenção e verificação das emissões de poluentes para a atmosfera. Dado integrarem fontes fixas de emissão de poluentes atmosféricos, devem considerar a Portaria n.º 263/2005, de 17 de Março, que define a metodologia de cálculo da altura de chaminés,

e à Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro, que define os limiares mássicos máximos e mínimos de poluentes [20].

## 2.6- Estudo de Impacte Ambiental (EIA)

A realização de um EIA pode suceder em fase de estudo prévio, anteprojecto ou projecto de execução, o que determina o grau de detalhe da análise e das medidas apresentadas.

A elaboração do EIA numa fase precoce do desenvolvimento do projecto constitui um aspecto favorável, já que possibilita uma melhor incorporação das questões ambientais na concepção do projecto. É possível, nesta fase, reunir os dados essenciais para decidir acerca das alternativas que minimizam os impactes, nomeadamente as alternativas de localização, e sugerir as medidas e ações mais pertinentes e adequadas a desenvolver numa fase posterior.

Os aspetos referentes à elaboração e teor do EIA encontram-se expostos no artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio, com as modificações do Decreto-Lei n.º 197/2005, de 8 de Novembro, e, complementarmente, o Anexo III deste diploma descreve o conteúdo mínimo que o EIA deve expor. Para além dessa informação, o Anexo II da Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril, contém as regras técnicas para a organização do EIA e o Anexo III contém os critérios para a elaboração de RNT do EIA. [20]

## 2.7- Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE)

A composição e apresentação do Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE) com a respetiva DIA constituem a primeira etapa da fase de pós-avaliação, que se principia após a emissão de uma DIA favorável ou condicionalmente favorável, sempre que o procedimento de AIA ocorra em fase de estudo prévio ou anteprojecto.

Tal como mencionado na respetiva legislação regulamentar, o RECAPE não pretende constituir um “EIA da fase de projecto de execução” mas sim uma forma de garantir que as condições estabelecidas na DIA foram incluídas no projecto de execução e serão realmente concretizadas. Sendo que a DIA foi emitida em fase de estudo prévio, alguns dos impactes

analisados e das medidas de minimização e programas de monitorização alvitados devem ser expostos com maior profundidade na fase de RECAPE. [20]



### 3– Caraterização da ETAR do Souto (Vila De Rei)

As figuras abaixo fazem referência a localização da ETAR no Concelho Vila de Rei, da estação de tratamento de águas residuais da zona Industrial do Souto, apresenta – se a localização, arquitetura do edifício e ainda a classificação dos locais dos compartimentos do edifício e por último os pormenores construtivos do edifício.



#### 3.1 – Implantação e arquitetura da ETAR

Apresenta – se a localização na carta militar a escala 1/5000 no Concelho de Vila de Rei.

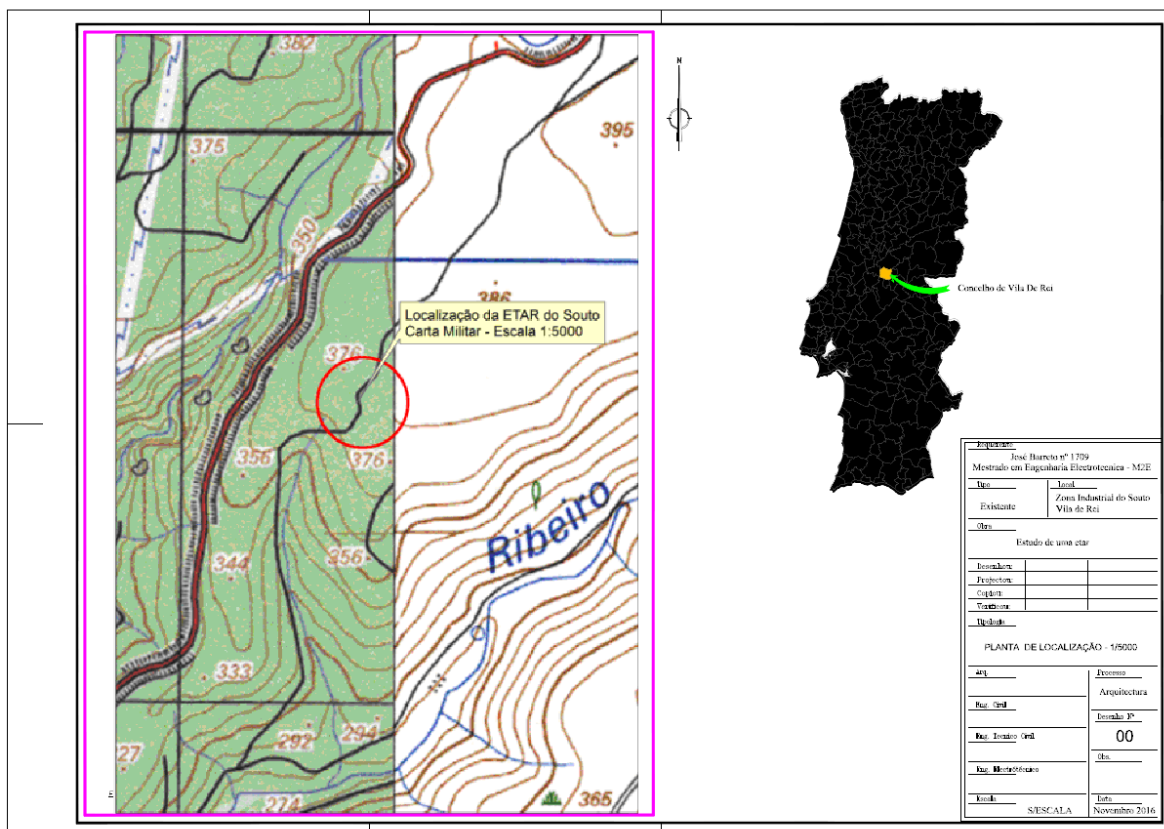


Figura 31 - Planta de localização

A figura abaixo mostra – nos a vista aérea da localização da ETAR e ainda a Zona Industrial do Souto.

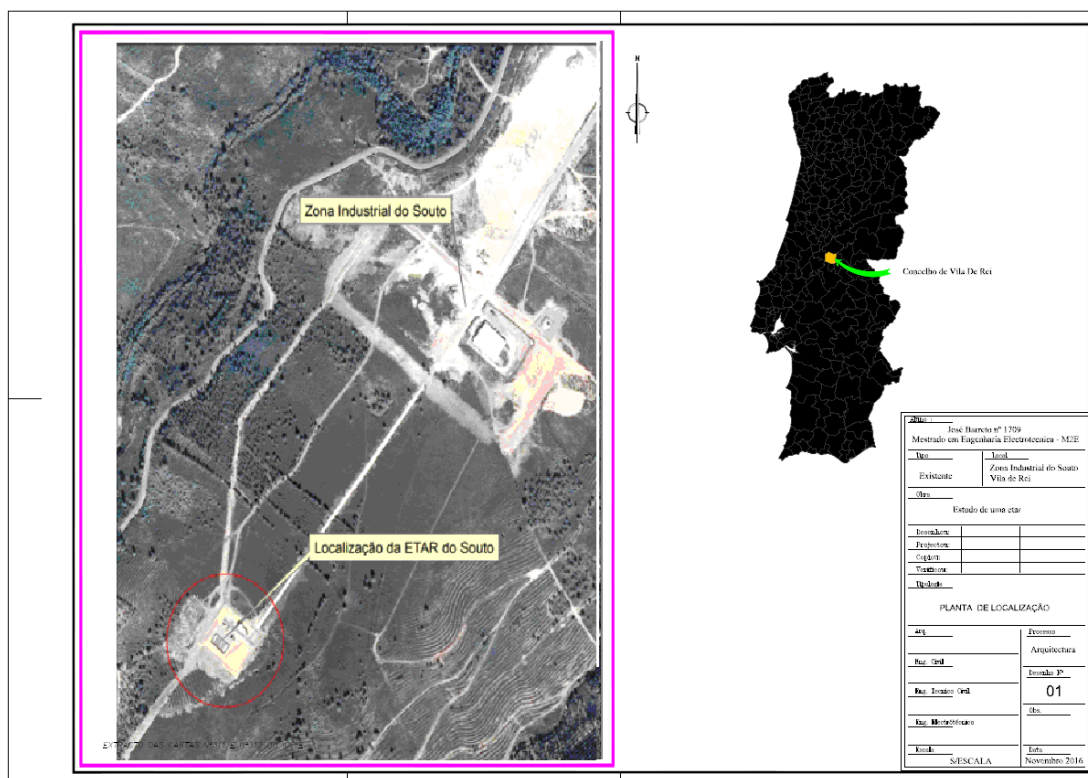


Figura 32 – Vista aérea da localização da ETAR

Esta peça desenhada designada como planta de implantação mostra – nos a situação existente da ETAR, ou seja a localização do edifício e também dos equipamentos existentes.

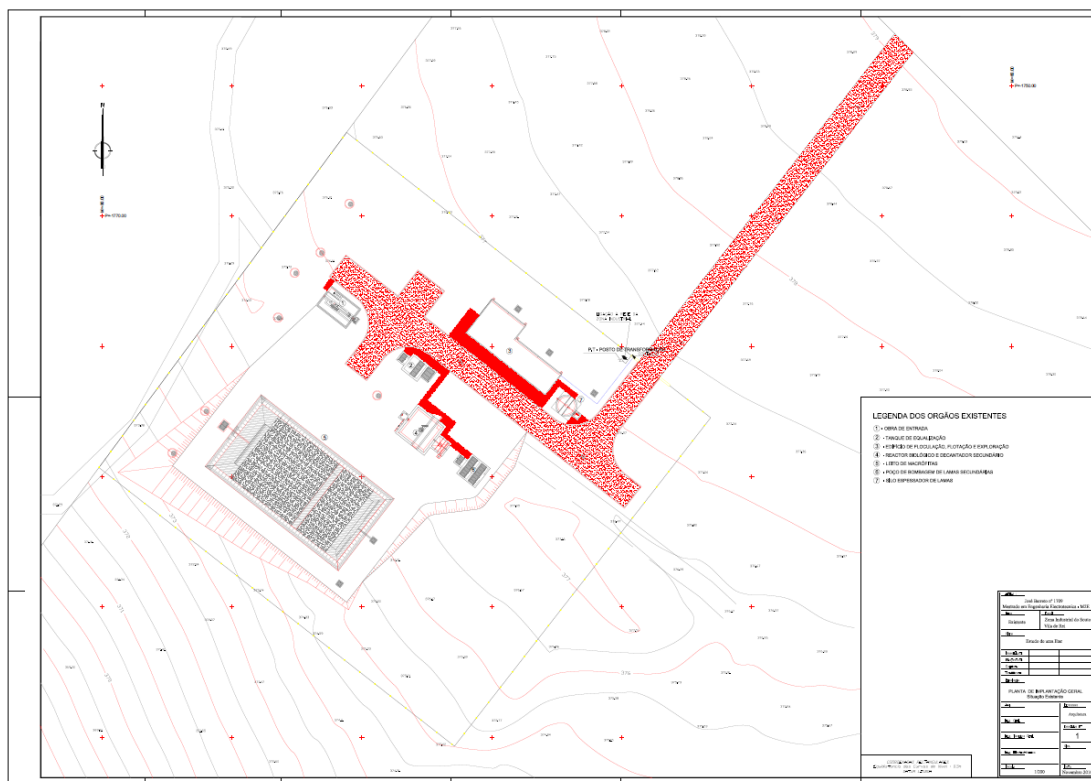


Figura 33 - Planta de implantação geral existente

Na planta de arquitetura estão designados os nomes dos compartimentos, para a instalação dos equipamentos e ainda prever a classificação dos locais onde se estabelecem as infraestruturas elétricas de acordo com os fatores de influência externa (ambientes, utilizações e construção) conforme tabela nº1. (consultar anexo em formato digital)

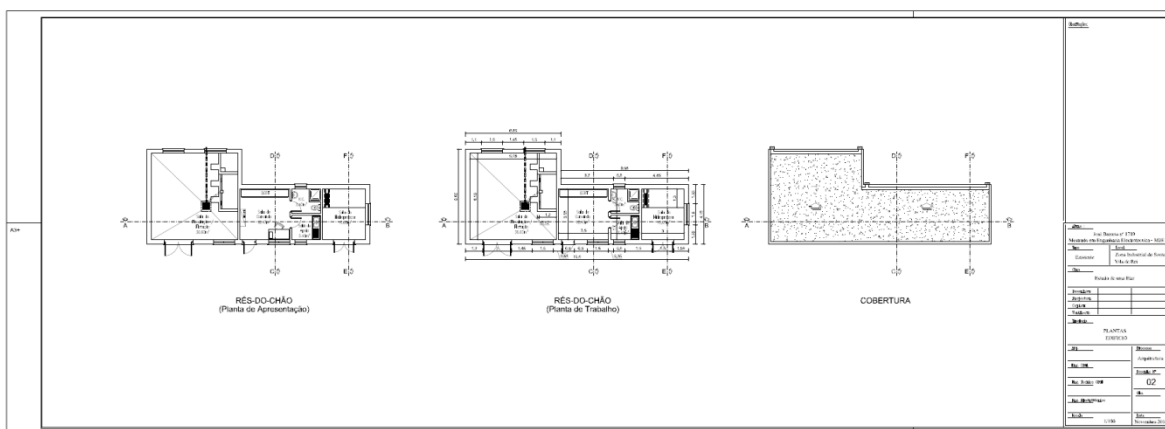


Figura 34 – Planta do edifício

TABELA 1 - Classificação dos locais do edifício

Área	Classificação dos Locais	Índice de Proteção
- Edifício de Exploração	AA4+AB4+AD4+AE4+AG3+BA4+BB2+BC3	IP 55 IK09
-Exterior	AA8+AB8+AD3+AE5+AK2+AL2+AN3	IP 63 IK04



Figura 35 – Entrada da ETAR

Nesta peça desenhada mostra – nos pormenores dos acabamentos e materiais utilizados na construção do edifício e ainda as boas normas de construção aplicadas, conforme fotos abaixo. (consultar anexo em formato digital)



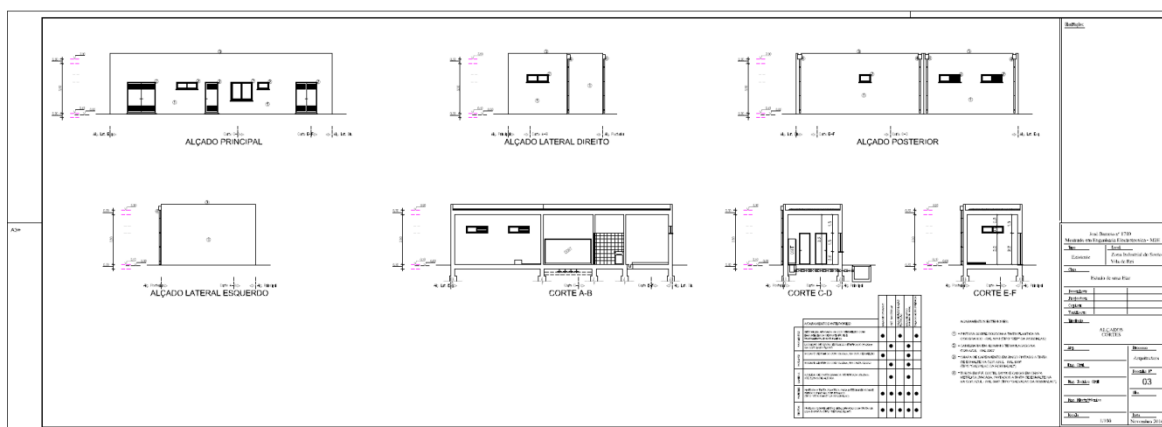


Figura 36 - Alçados do edifício



Figura 37 – Vista da fachada principal



Figura 38 – Vista da fachada lateral direito e posterior

Nesta peça desenhada mostra – nos pormenores do mapa de vãos, o tipo dos acabamentos e material utilizados e ainda o sentido de abertura das portas no edifício, conforme fotos abaixo. (consultar anexo em formato digital)

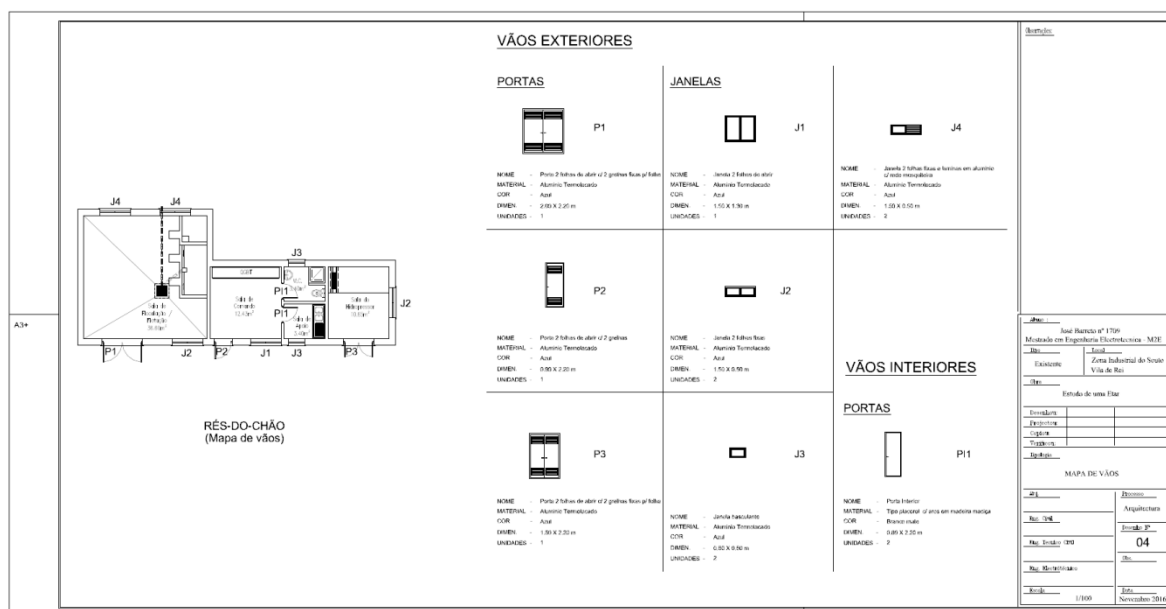


Figura 39 – Planta de mapa de vãos e exteriores e interiores

Os pormenores construtivos da figura abaixo, da construção do edifício ao nível da estabilidade e ainda os materiais aplicados na sua construção é de relevar que o edifício construído se encontra em ótimas condições de funcionamento.

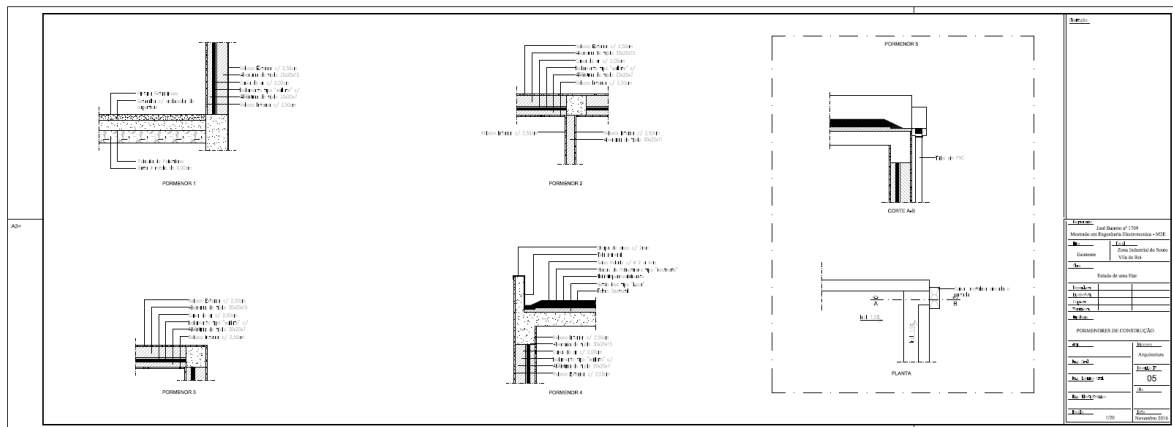


Figura 40 – Pormenores construtivos do edifício da ETAR



## 4 – Infraestruturas elétrica da ETAR do Souto

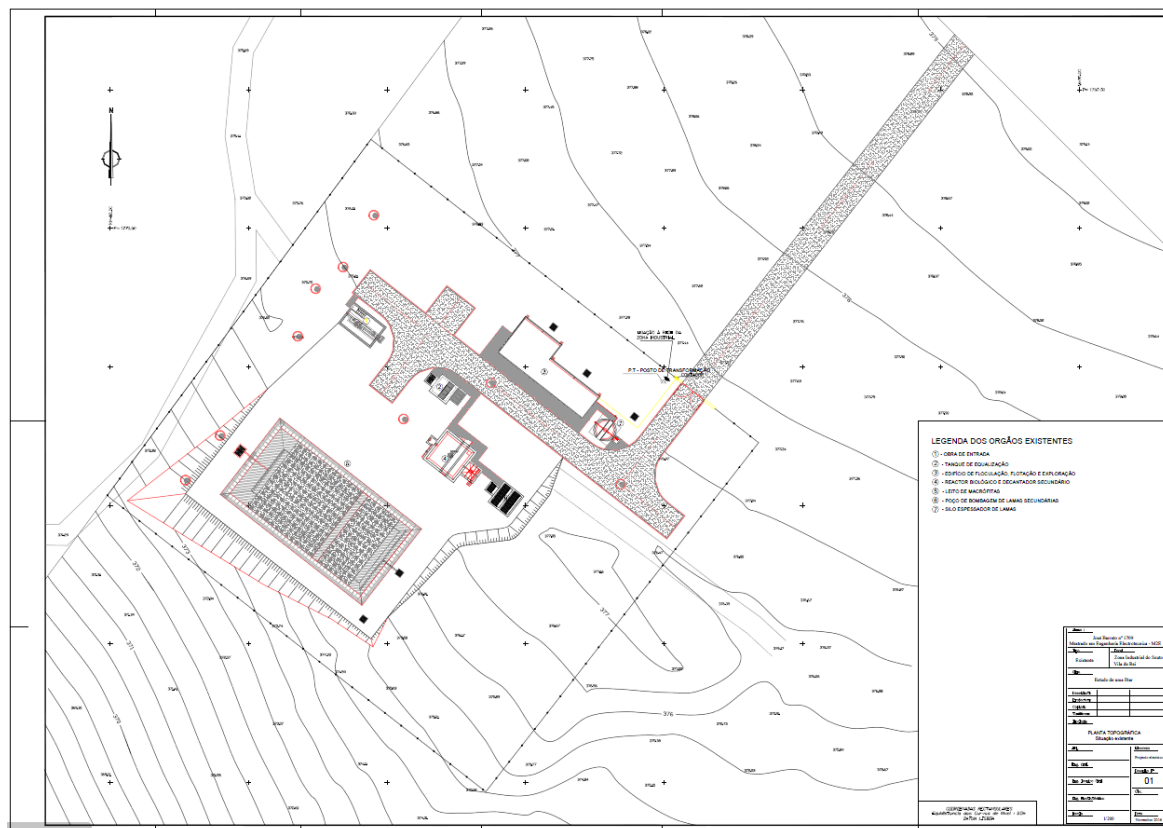


Figura 41 – Planta de implantação dos órgãos existentes da ETAR

### 4.1 – Alimentação de energia elétrica

A alimentação de energia elétrica da ETAR está feita a partir de um posto de transformação do tipo aéreo à tensão de 15 kV, instalado junto à entrada do recinto da ETAR.

O posto de transformação ser instalado preferencialmente junto à entrada, de acordo com a EDP em função da orientação das linhas de alimentação no local.

4.2 - Na figura seguinte apresenta – se os desenhos Posto de Transformação que alimenta a ETAR. (consultar anexo em formato digital)

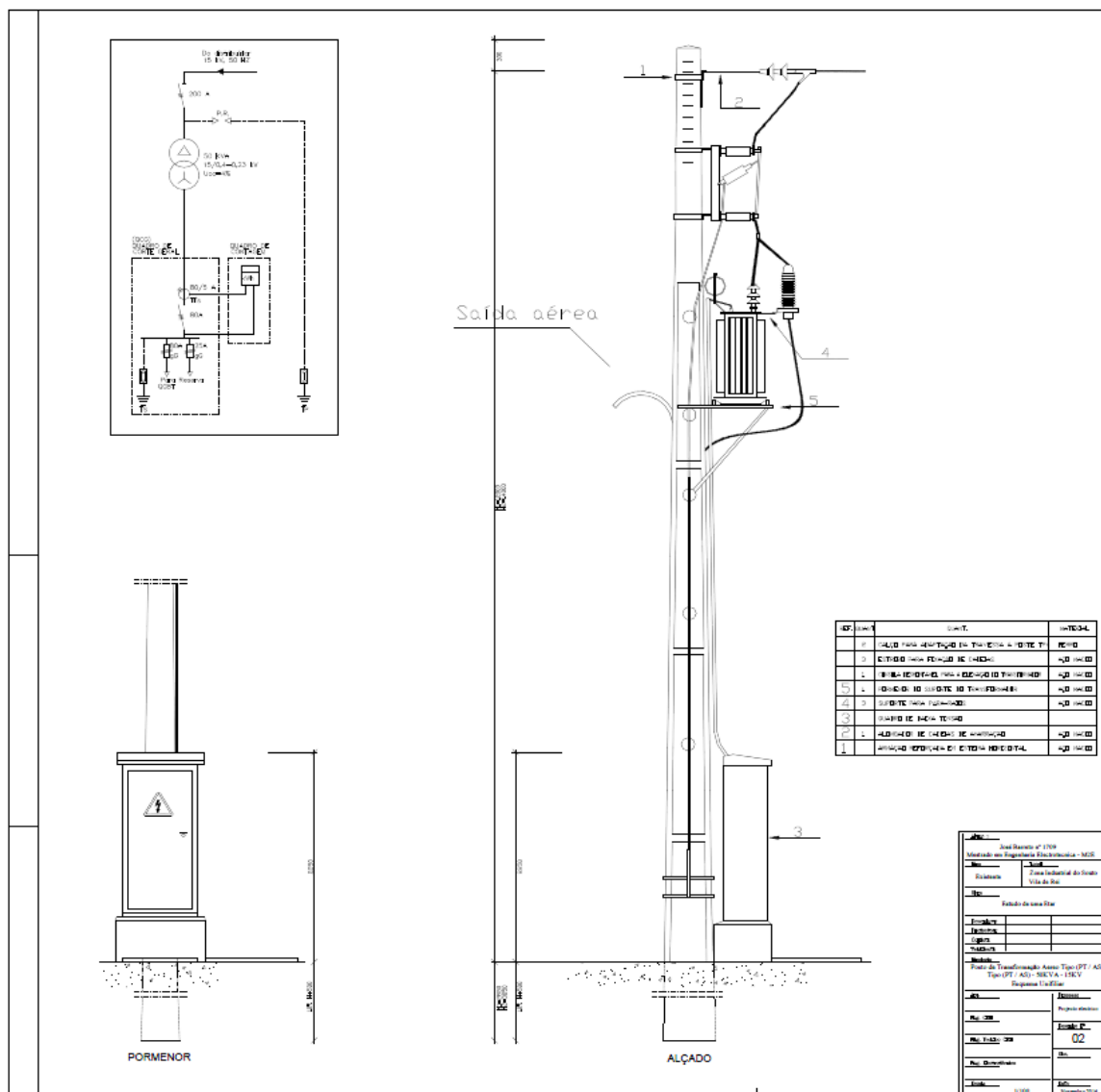


Figura 42 – Esquema unifilar de Posto Transforma aéreo Tipo (PT / AS) - 50KVA - 15KV

O posto de Transformação existente é tipo aéreo, executado de acordo com o projeto tipo elaborado pela DGE e aqui aplicável. A potência do transformador a considerar é a que consta do esquema unifilar (50 KVA) o transformador a instalar deverá ser do tipo hermético.

O posto de transformação está equipado com um quadro de corte geral (QCG) instalado na base do poste. Este quadro será equipado com um disjuntor que garante a proteção do

secundário do transformador. A proteção dos circuitos de saída será assegurada por fusíveis. O quadro deve respeitar, em termos construtivos, definido no projeto tipo.

A contagem de energia realiza-se mediante contadores fornecidos pelo distribuidor instalados num quadro de contagem ligado ao secundário dos transformadores de intensidade de BT instalados no QCG e diretamente da tensão secundária.

O quadro de contagem está de acordo com a norma da EDP DMA-C17-510/N e está instalado no muro junto a entrada da ETAR.

Existe uma linha telefónica destinada à telecontagem. A instalação encontra-se de acordo com o documento “Instalação de circuitos telefónicos para a ligação a contadores de energia de postos de transformação” da Portugal Telecom. O quadro tem as dimensões que permitam a instalação dos equipamentos de telecontagem.

As infraestruturas de ligação á rede e de contagem de energia devem ser acordadas com o distribuidor.

### **Terras de serviço**

O posto de transformação está dotado de uma terra de serviço instalada a uma distância não inferior a 20m da terra de proteção. A terra de serviço está constituída por eléctrodos verticais em quantidade necessária para se obter um valor máximo de resistência de terra de 100Ohm.

No caso de ser necessário recorrer a mais do que um eléctrodo a resistência de terra de cada um individualmente não deve ser superior a 20 Ohm.

A terra de serviço está ligada ao barramento do QCG a jusante do disjuntor de chegada.

Existe uma ligação amovível que permita efetuar a medição da resistência de terra dos eléctrodos.



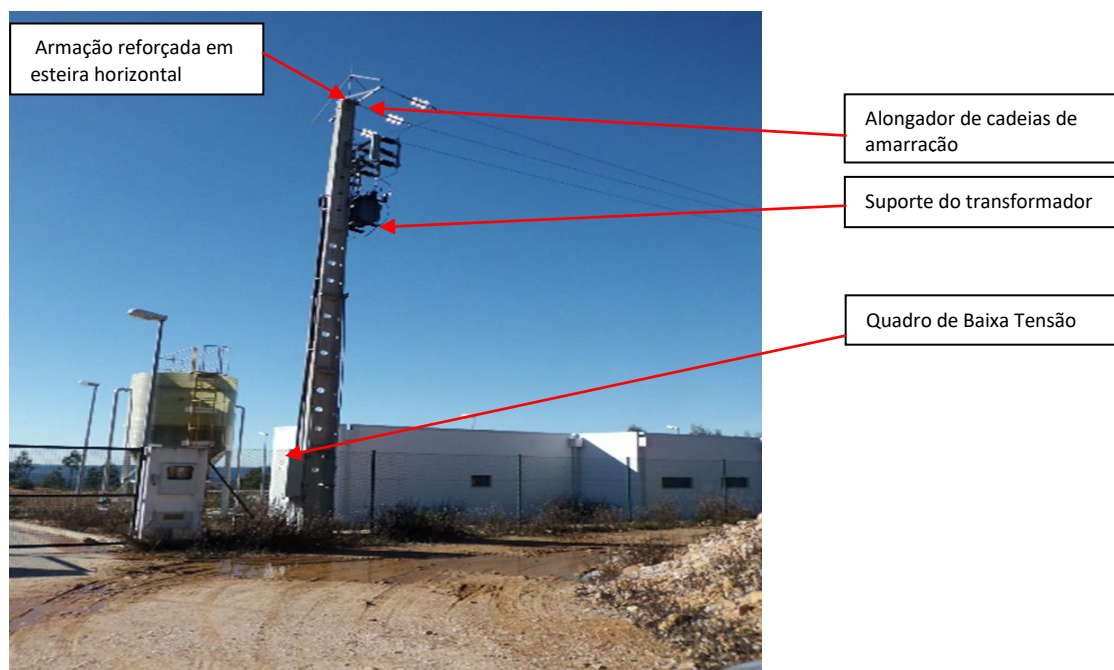


Figura 43 – Posto de transformação



Figura 44 – Terras do P.T





Figura 45 - Quadro de corte geral do P.T



Figura 46- Chapa com o número da instalação do P.T



Figura 47 – Local no muro da contagem elétrica

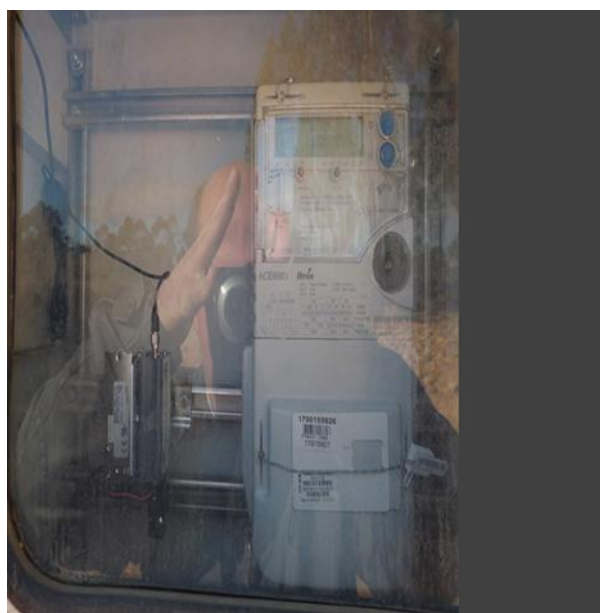


Figura 48 – Contador elétrico e aparelho de telecontagem

## 4.2- Quadros elétricos



Figura 49 – Quadro Geral de Baixa Tensão

### 4.2.1– Generalidades

Estão instalados no edifício:

- Um Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) que terá por funções:

- A alimentação dos equipamentos eletromecânicos, quadro de iluminação e tomadas, UPS, como indicado no esquema unifilar respetivo em anexo, peças desenhadas nº19 e nº20. (consultar anexo em formato digital)
- Comando do equipamento, estando para tal equipado com um autómato programável e toda a aparelhagem de sinalização e comando para o comando automático/manual do

equipamento e um sinóptico representativo da instalação em acrílico gravado, sendo o estado dos equipamentos indicado por led's.

- Um quadro de iluminação e tomadas (QIT)

Os quadros dispõem do equipamento de acordo com os respetivos esquemas unifilares

#### 4.2.2 – Prescrições construtivas dos quadros

Os painéis dos quadros têm acesso frontal com portas com chave, sendo QGBT do tipo armário e o QIT do tipo mural. A entrada e saída de cabos é pela parte inferior, sendo o respetivo índice de proteção IP43.

A chapa de aço usada na construção dos quadros é do tipo zincor ou equivalente, lavada e desengordurada, pintada com proteção de primário contra a corrosão, e pintada com duas demãos de esmalte em cor cinza.

A estrutura dos quadros tem elevado grau de rigidez, é um tipo de chapa com a espessura adequada e de perfilados de aço, não é sensível a deformações ou oscilações provocadas pela manobra de aparelhagem eletromecânica.

Os quadros dispõem de barramentos em cobre eletrolítico duro e nu, constituídos por barras de fase neutro e terra, sendo as duas últimas de secção não inferior a metade da secção das barras de fase. Estas foram dimensionadas para a corrente permanente indicada nos desenhos.

Os barramentos estão adequadamente fixos a isoladores não higroscópios, devendo poder resistir aos esforços eletrodinâmicos resultantes da corrente de curto-circuito indicada nos desenhos.

As ligações no interior estão efetuadas em condutores do tipo V de secção dimensionada para corrente permanente que nelas circulará, com um mínimo de 1,5mm<sup>2</sup> para circuitos de comando.

Os condutores de ligação estão convenientemente fixados e arrumados em calhas. Todos os cabos de saída estão ligados ao exterior através de régua de terminais.

O QGBT está equipado com anticondensação comandada por termóstato.

Os quadros estão dimensionados de modo a albergarem todo o equipamento garantindo o seu fácil acesso e está previsto no mínimo 20% de reservas em espaços para futuras ampliações.

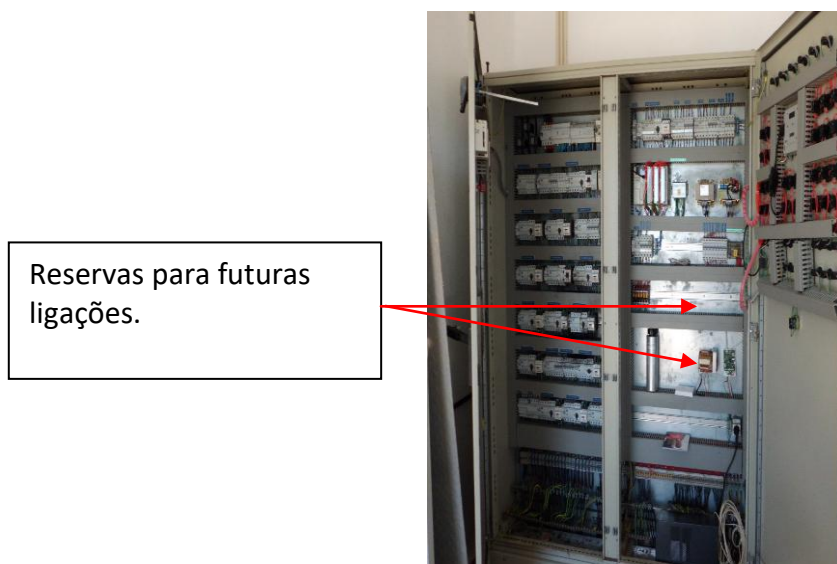


Figura 50 – Quadro Geral de Baixa Tensão

#### 4.2.3– Aparelhagem eletromecânica a instalar nos quadros

A aparelhagem que equipa os quadros tem calibres segundo os esquemas unifilares observando-se o seguinte:

- Interruptores, comutadores e botões de comando: dimensionados para serviço AC14 ou DC13, corrente de serviço 2 A, 230V, ou 4 A, 24V;
- Interruptores de potência: de corte brusco, com velocidade de corte independente da velocidade de manobra, dimensionado para serviço AC1;
- Disjuntores: de comando manual, de poder de corte adequado, equipados com relés térmicos eletromagnéticos e contacto auxiliar de sinalização de disparo;
- Aparelhos de proteção diferencial: corrente nominal e sensibilidade conforme definido, com botão de ensaio e contacto auxiliar de sinalização de disparo;

- Relés térmicos para contadores e arrancadores serão do tipo bimetálico, com corrente de atuação regulável, equipados com contacto inversor de saída, com encravamento após atuação;
- Relés de falta de tensão e de sequência de fases serão trifásicos, com ponto neutro e reagirão a quedas de tensão de valor da ordem dos 15%, regulável, com contacto inversor de saída para corrente de 2 A a 230V, 50Hz, em regime de AC14;
- Contadores e arrancadores: preparados para serviço AC3, com bobine para 230V, 50Hz, com contactos auxiliares, longevidade mecânica e eléctrica não inferior a 200 000 manobras;
- Reles auxiliares: preparados para serviço AC14 ou DC13, com numero e tipo de contactos e tensão de bobine 230V, 50Hz ou DC 24V longevidade mecânica e eléctrica não inferior a 200 000 manobras, corrente de serviço 2 A, 230V, ou 4 A, 24V DC;
- Aparelhos de medida: com montagem embebida no quadro, de formato quadrado, dimensões 72x72mm, ponteiro no vértice, escala de acordo com esquema, sistema de medida eletromagnético, classe de precisão 1,5;
- Transformadores de medida: a montagem sobre a barra ou condutor, potência de precisão de acordo com os equipamentos a ligar, sendo no entanto não inferior a 5VA em classe 0,5;
- Os relógios de contactos são do tipo eletromecânico, com reserva de marcha;
- Sinalizadores luminosos: com lâmpada incandescente de longa duração, tensão nominal 230V, em bases própria, com filtros nas cores convencionais.

A aparelhagem está identificada exteriormente por etiquetas plásticas e aparafusadas colocadas nos painéis de suporte, com gravação a branco sobre fundo azul.

75



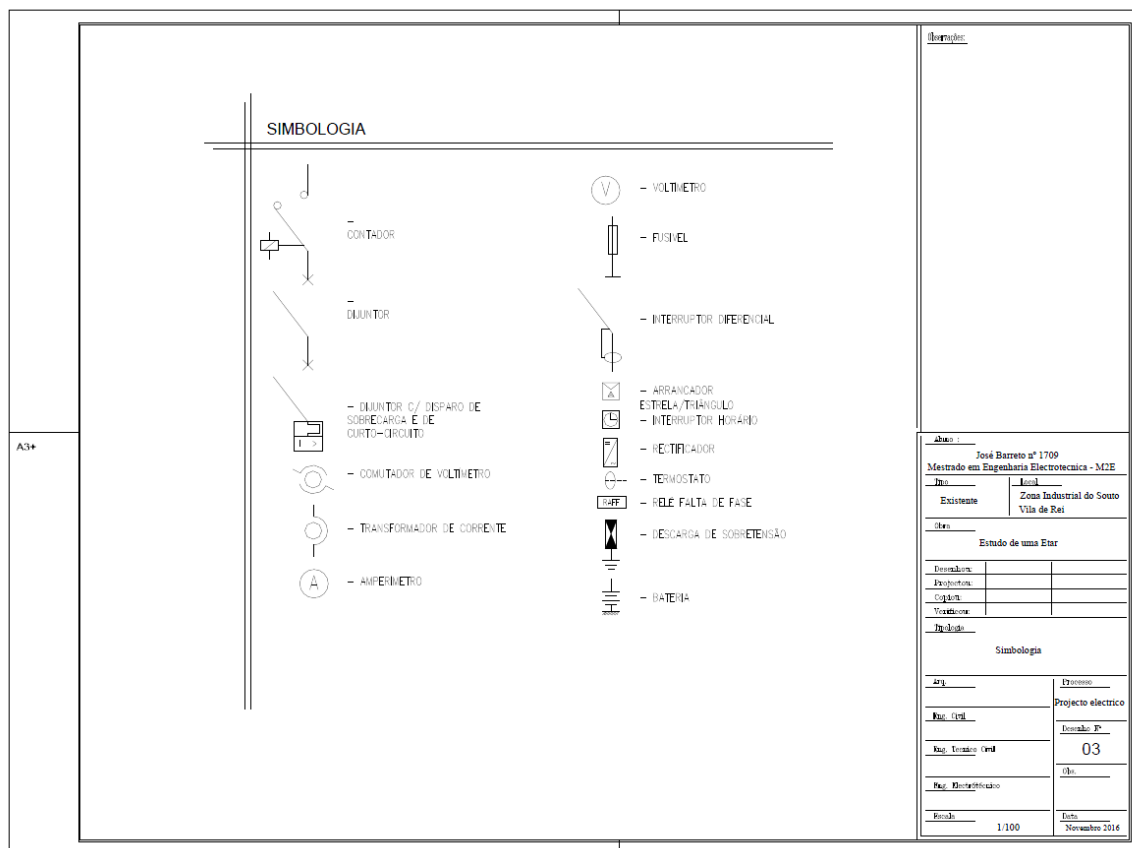


Figura 53 - Simbologia – Quadro geral de Baixa Tensão

#### 4.2.4– Comandos locais

Para a realização de ensaios e operação local estão previstos comando locais para os seguintes equipamentos:

- Agitadores de fluxo
- Bombas submersíveis
- Bombas doseadoras
- Bomba de lamas

As caixas de comando local estão montadas em posteletes metálicos galvanizados a quente por imersão e constituídas por:

- 1 Caixa de poliéster reforçado com fibra de vidro, estável aos raios ultravioletas e com índice de proteção não inferior 55;
- 1 botoneira marcha/paragem com chave (proveniente do QGBT);
- 1 botoneira de paragem de emergência.



O quadro geral de baixa tensão, mostra-nos no painel exterior da porta com lâmpadas de sinalização de néon instaladas no quadro por meio de armaduras de difusor coroadado nas cores regulamentares com bases em PVC de dimensões convenientes e estão protegidas por corta-circuitos de 2 A que correspondem aos equipamentos que equipam a ETAR.

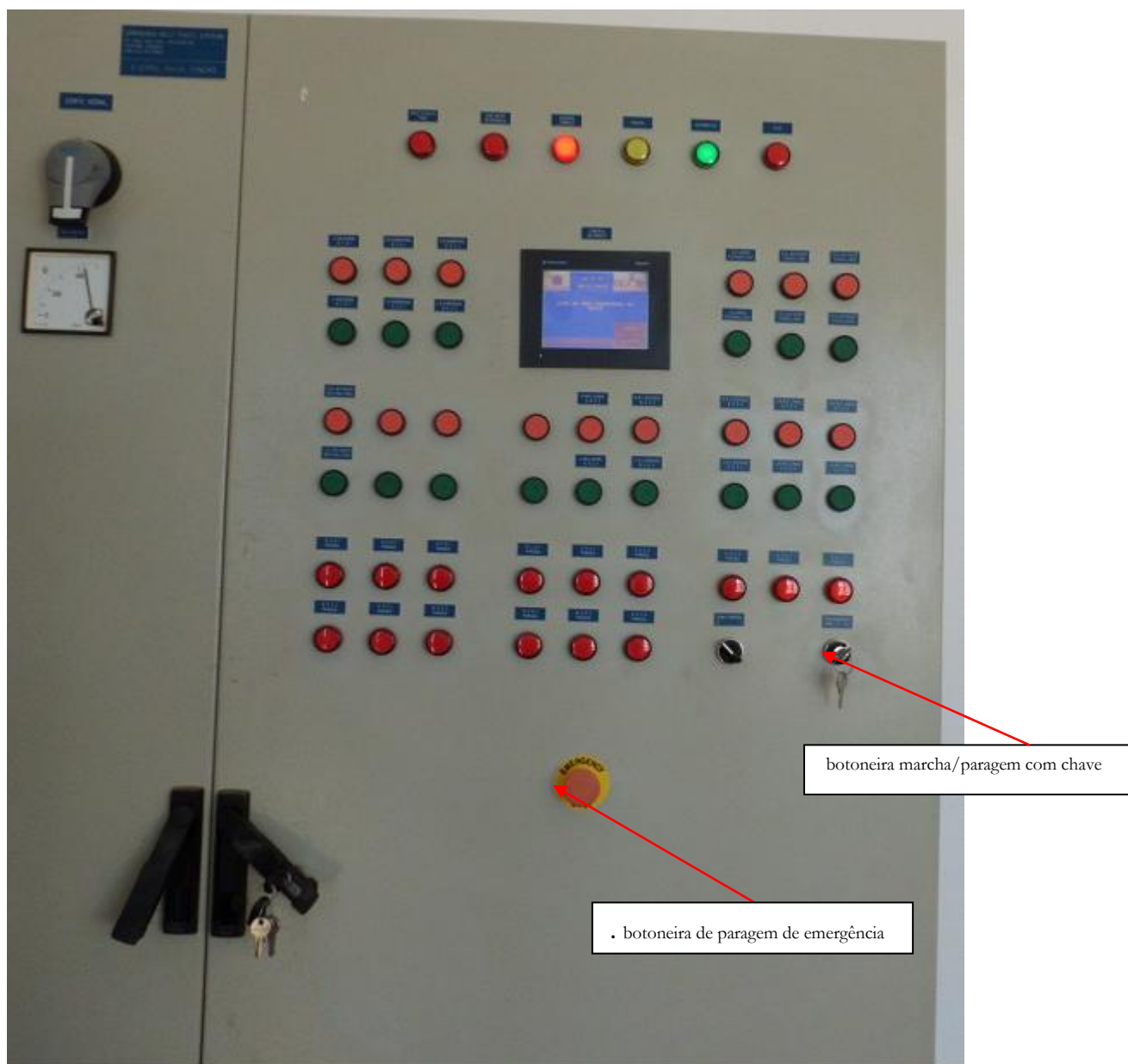


Figura 54 - Quadro Geral de Baixa Tensão – esquema unifilar

As peças desenhadas abaixo mostra – nos as localizações e a constituição do equipamento existente no quadro geral de Baixa Tensão localizado no edifício da ETAR, onde se poderá fazer a leitura dos vários parâmetros elétricos dos equipamentos que compõem a ETAR, como a potência, seção do cabo, referência do equipamento a ser alimentado. (consultar anexo em formato digital)

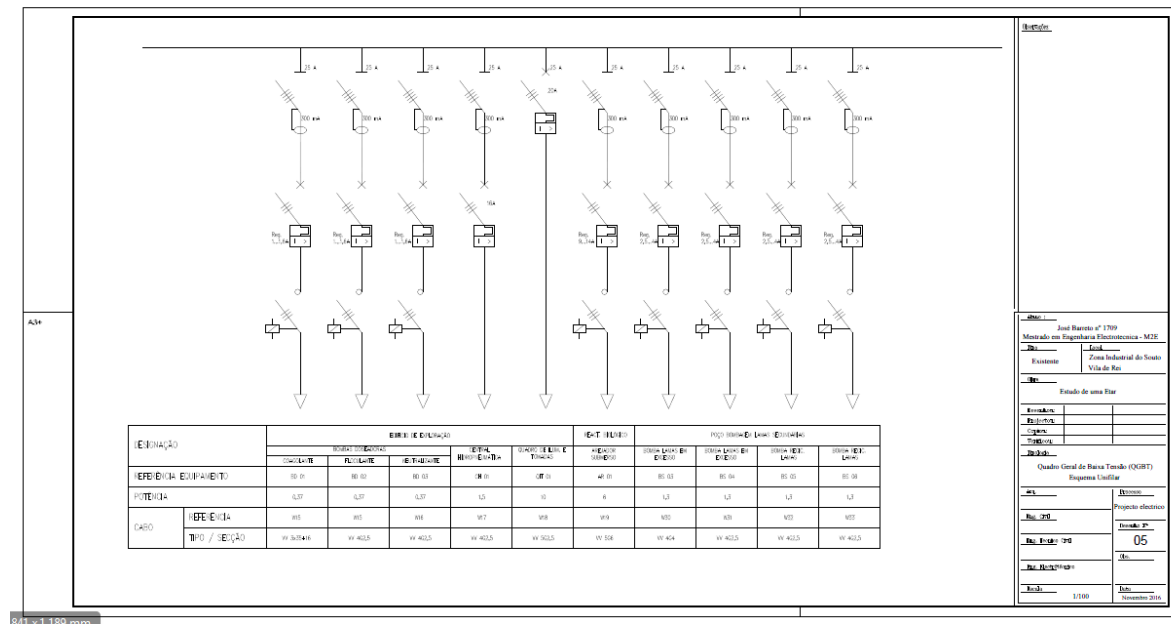


Figura 55 - Quadro Geral de Baixa Tensão – esquema unifilar 1

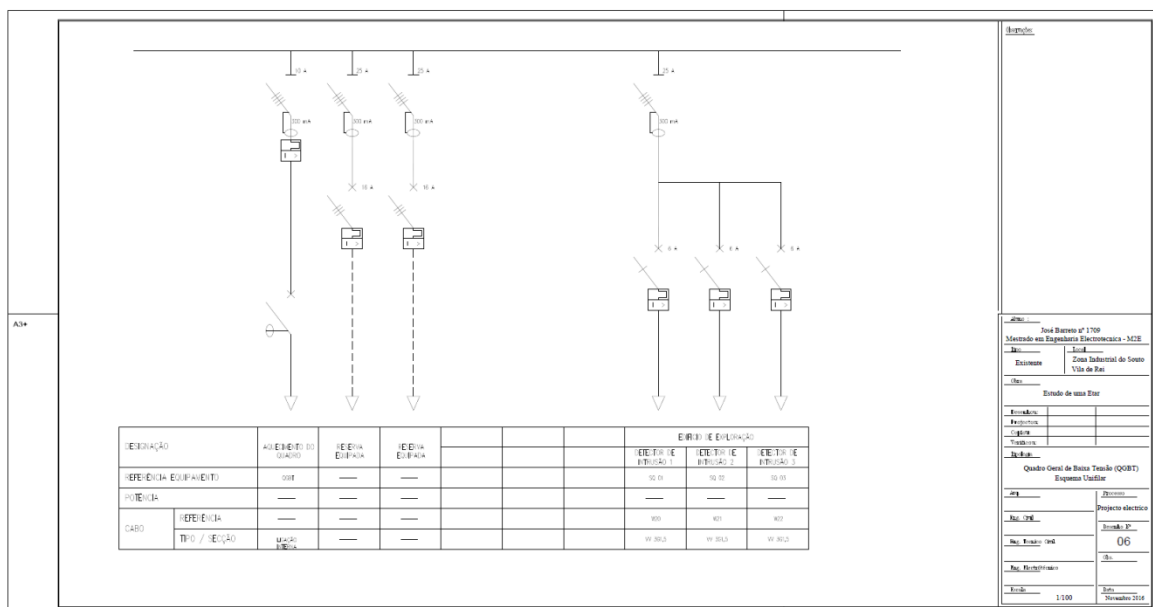


Figura 56 - Quadro Geral de Baixa Tensão – esquema unifilar 2

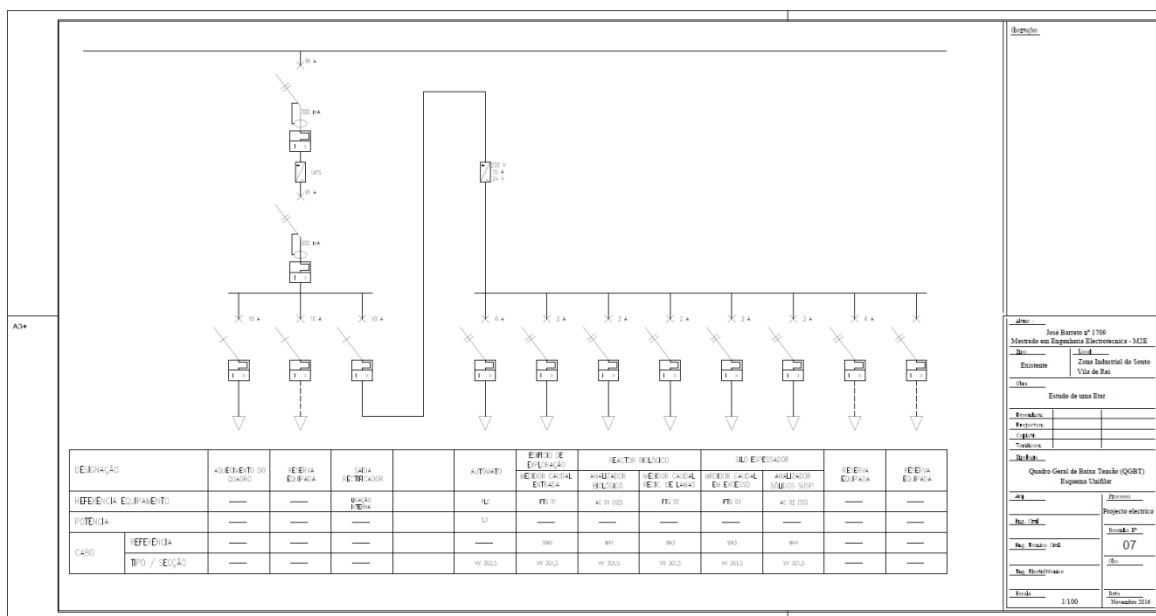


Figura 57 - Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) – esquema unifilar 3

#### 4.2.5 - Unidade de alimentação ininterrupta UPS

Para socorrer falhas de pequena duração e os microcortes da rede na alimentação do automático e equipamentos de comunicação existe uma unidade UPS com uma capacidade mínima de 1200VA.

O sistema é tipo “**on-line**” concebido para proporcionar uma corrente alternada de alimentação, regulada em tensão e frequência, livre de ruídos elétricos.

A UPS é constituída por:

- Retificador / Carregador estático com ponte completamente controlada
- Ondulador de onda sinusoidal com ponte completamente controlada
- Transformador de isolamento galvânico
- Um *by-pass* estático que deverá fechar por deteção de avaria interna
- Um *by-pass* de manutenção de atuação manual
- Bateria estacionária, selada, do tipo *solid gel*, sem manutenção

- Quadro para instalação da UPS e baterias devidamente adaptado às condições ambientais (quadro IP43).

A corrente de entrada deverá ser sinusoidal em fase com a tensão.

A autonomia da UPS de acordo com as suas características deve ser no mínimo de 30 minutos com a bateria completamente carregada.

Devem ser garantidas as condições de exaustão de calor gerado pelo funcionamento da UPS.

A UPS deve indicar através de contacto livre de tensão a situação de defeito/avaria interna. Esta sinalização deve ser indicada na UPS através de sinalizador luminoso.

#### Características de funcionamento

- Tensão de entrada AC: 220 – 240 V
- Tensão AC de saída: 230 V  $\pm$  2%
- Frequência de saída: 50Hz  $\pm$  0,15%
- Distorção harmónica: <2% (típica 1,5%) com carga linear
- Nível de ruído: <45dBA a 1 metro

Os equipamentos a instalados respeitam a legislação nacional e europeia relativa á compatibilidade eletromagnética, nomeadamente as EN 50091-2, EN 50081-1 e EN 50082-1.

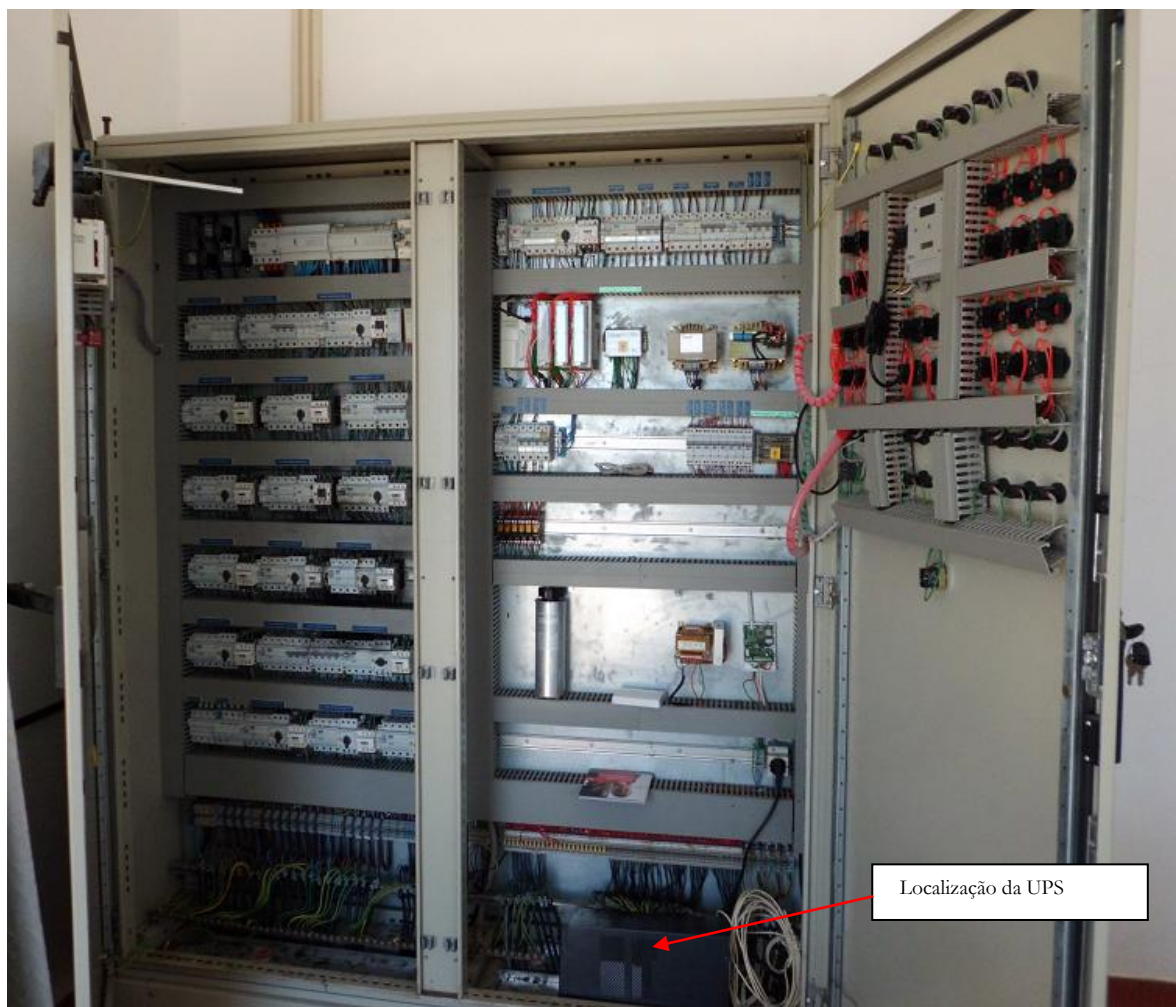


Figura 58 - Quadro Geral de Baixa Tensão ( QGBT) – Localização da UPS

#### 4.2.6– Fonte de tensão contínua de 24V

A instrumentação de controlo e medida e o autómato estão alimentadas em tensão contínua a 24V. Para tal será fornecida e instalada no QGBT uma fonte de alimentação de corrente contínua a 24V/15A.

A fonte de alimentação tem as seguintes características:

Geral

- Estrutura: Monofásica
- Ruído: <40 dB
- Temperatura de trabalho: entre 0°C e 40°C

- Humidade relativa: <95%

- Tipo: *Switching*

#### Entrada

- Tensão: 230VDC  $\pm$  5%

- Frequência: 50Hz  $\pm$  2%

#### Saída

- Tensão: 24VDC  $\pm$  0.1%

- Corrente: 15 A

- *Ripple*: < 20 mVpp

A fonte de alimentação tem indicação de avaria através de um contacto livre de potencial.

#### 4.2.7 – Autómato programável

O QGBT está equipado com um autómato programável, que terá por função o controlo automático dos equipamentos.

As instalações funcionarão normalmente em automático, geridas pelo autómato.

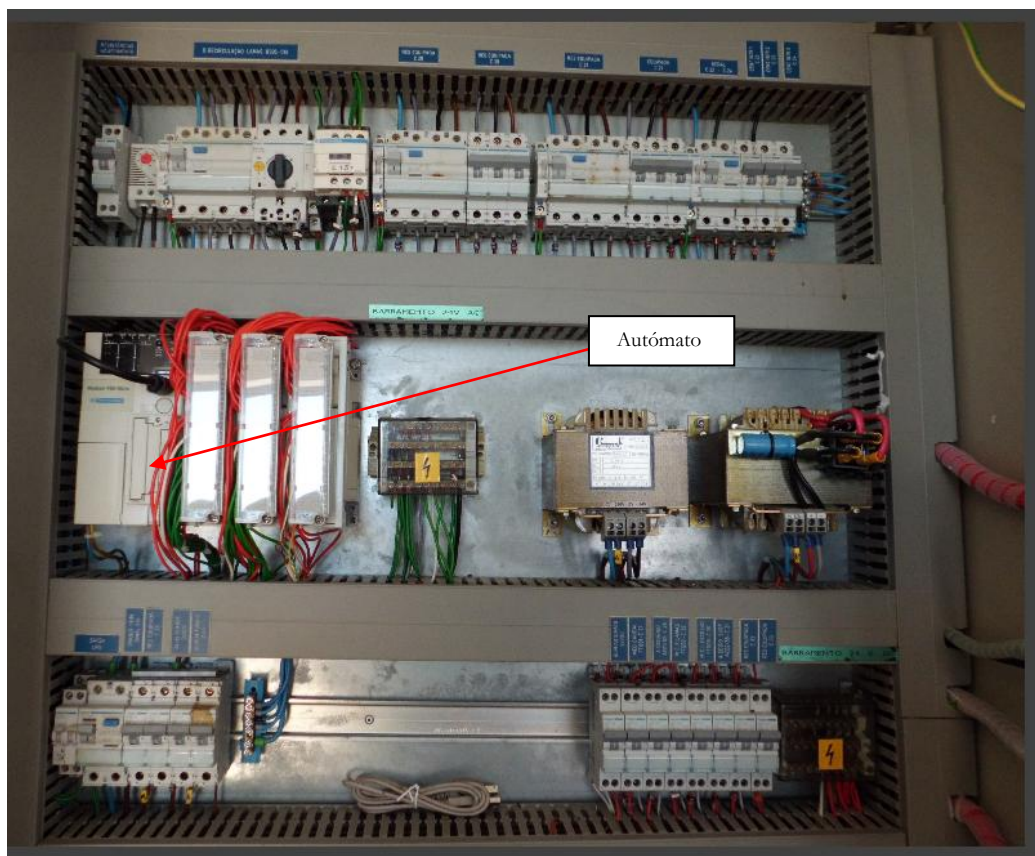


Figura 59 - Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) – localização do autômato



Figura 60 – Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) – Consola do autômato



#### 4.2.8 – Equipamento de medida e deteção

O equipamento montado na ETAR consta de:

- Medidores de caudal
- Analisador de oxigénio
- Analisador de sólidos em suspensão
- Interruptores de nível

Os instrumentos e cabos de ligação (bainhas) estão todos ligados à terra. Na montagem dos instrumentos foram observadas as recomendações dos fabricantes; foram instalados nos locais de fácil acesso.

Os instrumentos e cabos de ligação estão etiquetados.

#### 4.2.9- Iluminação e tomadas

Na peça desenhada abaixo com a denominação de simbologia do quadro parcial (QIT), exemplifica a designação dos equipamentos que compõem o quadro para o funcionamento da instalação, para que numa eventual avaria seja possível fazer uma avaliação muito mais rápida do equipamento a identificar para a resolução.



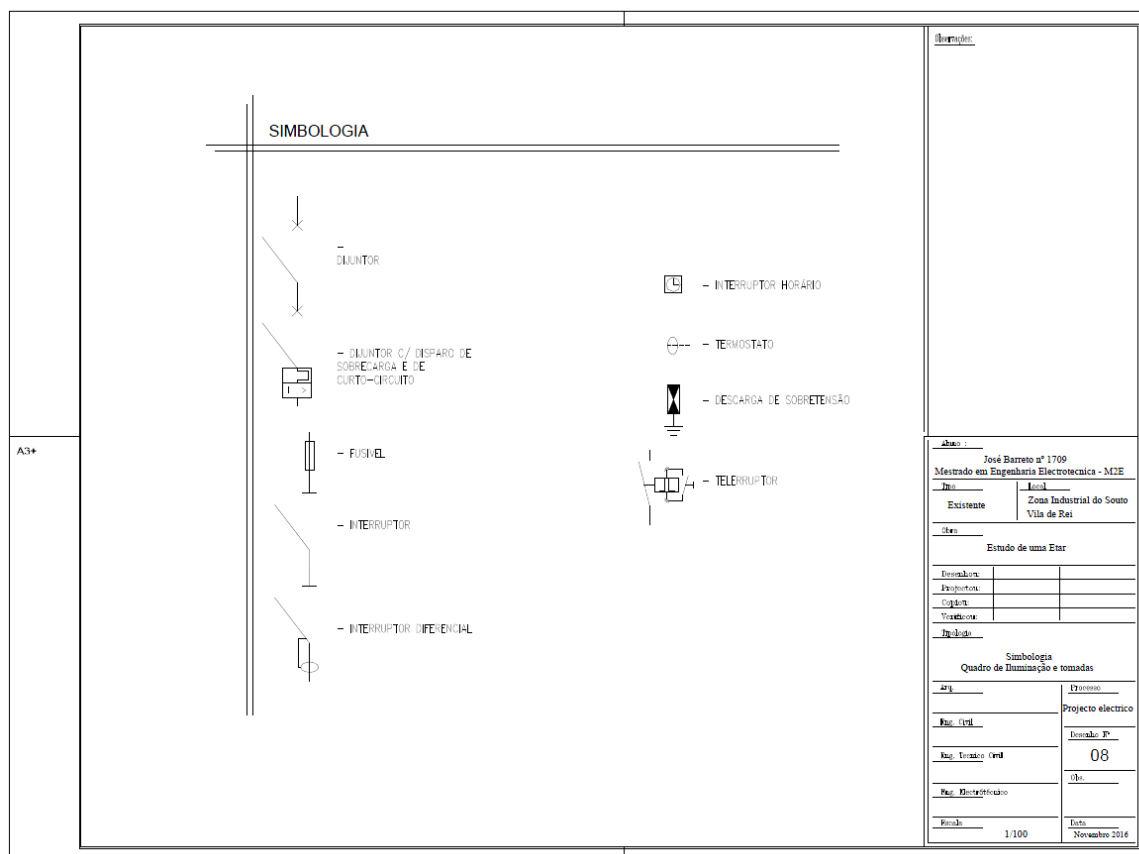


Figura 61 - Quadro iluminação Tomadas (QIT)- Simbologia

Nesta figura como se verifica apresenta a execução da instalação de cabos enfiados em tubo VD 16 mm fixados em abraçadeiras, ainda a ligação da terra ao quadro elétrico, e a ligação do fio terra da porta ligado ao quadro, conforme os requisitos aplicáveis RTIEBT.



Figura 62 - Quadro iluminação Tomadas (QIT)

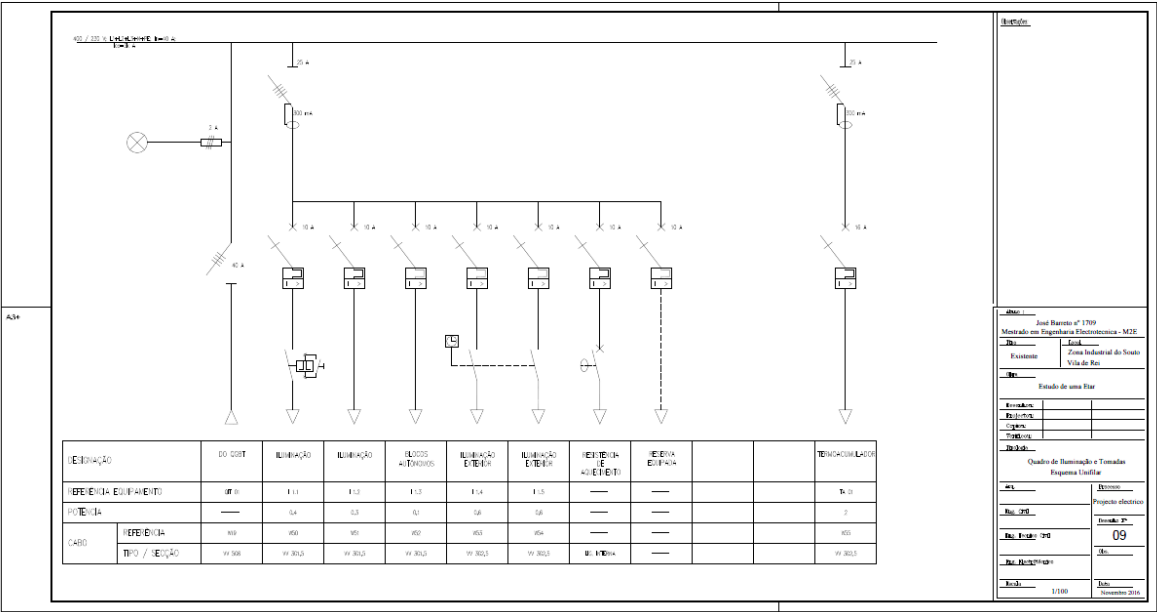


Figura 63 – Quadro iluminação Tomadas (QIT) – esquema unifilar 1

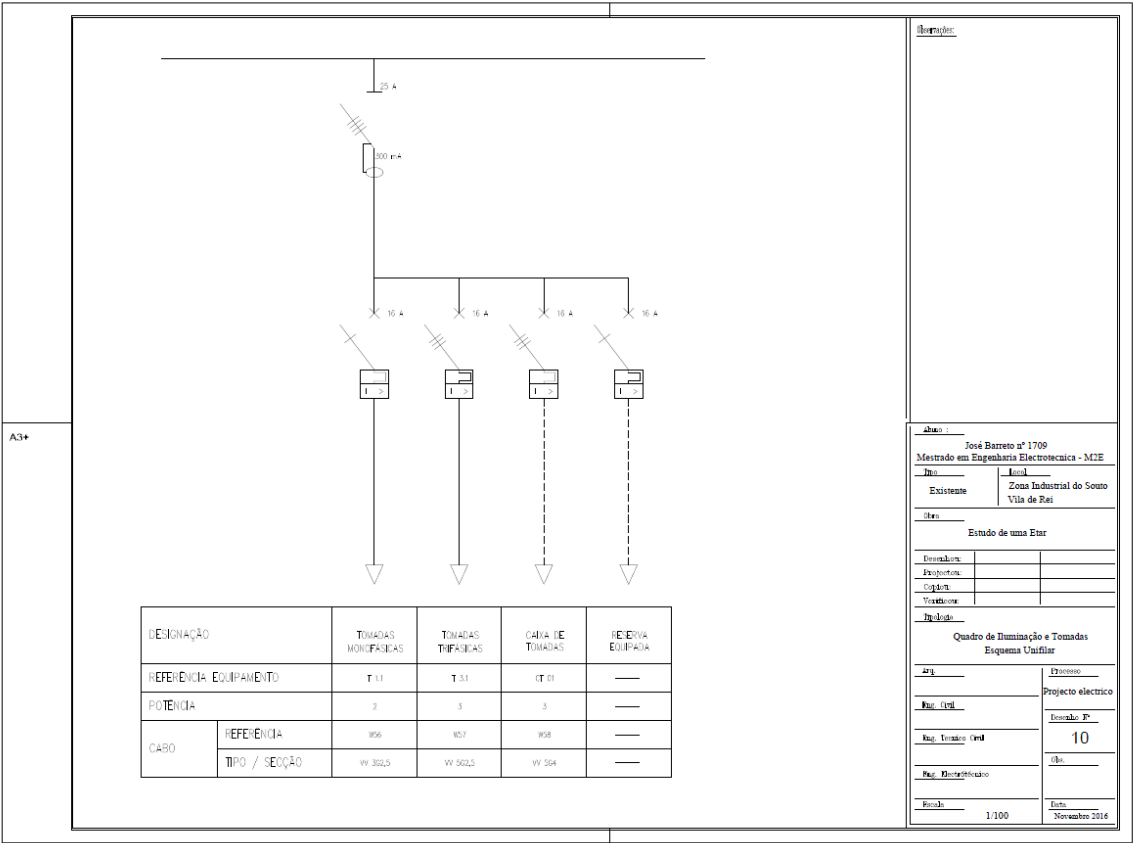


Figura 64 – Quadro iluminação Tomadas (QIT) – esquema unifilar 2

## 4.2.10 - Dimensionamento das Instalações elétricas da ETAR

### 4.2.10.1 – Objetivo

A presente nota de cálculo tem como objetivo descrever a metodologia de cálculo das instalações elétricas referentes às alimentações elétricas dos diversos consumidores da ETAR da zona Industrial do Souto.

### 4.2.10.2 – Características elétricas da rede

#### 4.2.10.2.1 – Rede de média tensão

A rede de média tensão possui as seguintes características:

- Tensão: 15kV
- Potência do transformador: 50kVA
- ucc: 4%
- Número de fases: 3
- Potência de curto-circuito: 350 MVA (13,5kA)

#### 4.2.10.2.2 – Rede de baixa tensão

A rede de baixa tensão possui as seguintes características:

- Tensão nominal: 400/230V
- Frequência nominal: 50Hz
- Regime de neutro: TT

### 4.2.10.3 – Cálculo das correntes de curto-circuito

Em todos os quadros elétricos e canalizações elétricas, foram calculados os valores das correntes de curto-circuito.

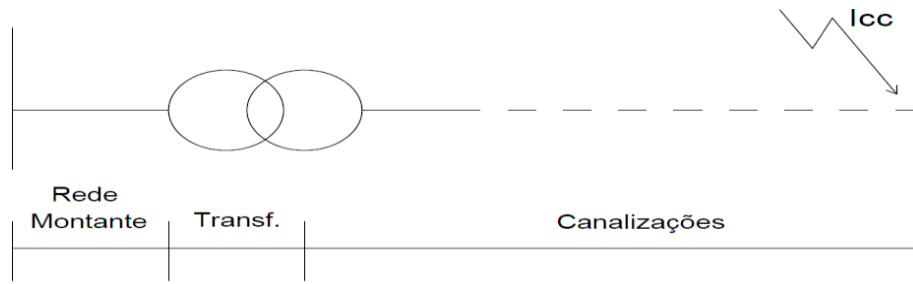


Figura 65 – Esquema unifilar do transformador a montante/canalizações

As correntes de curto-circuito foram calculadas tendo em consideração o valor da impedância de defeito:

$$I_{cc} = \frac{U_c / \sqrt{3}}{Z}$$

Em que:

- $I_{cc}$  – corrente de curto-circuito [A]
- $U_c$  – Tensão composta [V]
- $Z$  – Impedância de defeito [ $\Omega$ ]

### Rede a montante

$$Z_m = \frac{U_c^2}{S_{cc}}$$

Sendo:

- $Z_m$  – Impedância da rede a montante [ $\Omega$ ]
- $U_c$  – Tensão composta [V]
- $S_{cc}$  – Potência de Curto - Circuito [MVA]

### Transformador

$$Z_t = u_{cc} \cdot \frac{U_c^2}{S_t}$$

Sendo:

- $Z_t$  – Impedância do transformador [ $\Omega$ ]
- $u_{cc}$  – Tensão de curto-circuito
- $U_c$  – Tensão composta secundária [kV]
- $S_t$  – Potência do transformador [MVA]

### **Cabos elétricos**

A impedância dos cabos é calculada como indicado na seção seguinte.

Nos cálculos efetuados desprezou-se a reactância dos cabos por ser desprezável face ao valor da resistência.

#### **4.2.10.4 – Dimensionamento das canalizações**

As canalizações elétricas foram dimensionadas em consideração as seguintes condições:

- Correntes máximas admissíveis, em regime permanente, para a temperatura ambiente de 35°C
- Modo de instalação dos cabos
- Quedas de tensão máximas admissíveis, em regime permanente, de 5%

Os cálculos foram efetuados de acordo com o que se descreve nos parágrafos seguintes, sendo os resultados apresentados na tabela que corresponde ao anexo em formato digital com a designação de “dimensionamento das instalações elétricas peça desenhada nº11”.

#### 4.2.10.4.1 – Rede de baixa tensão

A Proteção contra sobrecargas das canalizações elétricas está garantida se verificarem, simultaneamente, as seguintes condições (que têm a ver com o comportamento das canalizações e o funcionamento dos dispositivos de proteção específicas):

$$I_s \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{nf} \leq 1,15 I_z$$

Com:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_c}; \text{ para consumidores trifásicos}$$

$$I_s = \frac{S}{U_s}; \text{ para consumidores monofásicos}$$

Em que:

- $I_s$  – corrente de serviço da canalização [A]
- $I_n$  – Corrente estipulada do aparelho de proteção [A]
- $I_z$  – Corrente máxima admissível nos condutores da canalização [A]
- $I_{nf}$  – Corrente limite de não funcionamento do aparelho de proteção [A]
- $S$  – Potência a transportar afetada dos coeficientes de simultaneidade e utilização [VA]
- $U_c$  – Tensão composta [V]
- $U_s$  – Tensão simples [V]

O valor de corrente “ $I_z$ ” é corrigido com os seguintes fatores:

- $F_{c1}$  – Coeficiente de temperatura
- $F_{c2}$  – Coeficiente de instalação

Obtendo-se:

$$I_{z,c} = I_z \cdot Fc1 \cdot Fc2$$

Consideram-se, em termos médios, os coeficientes de temperatura e de instalação indicados na tabela de dimensionamento anexa disponível no anexo digital (no CD-ROM com os respectivos elementos deste relatório).

#### 4.2.10.4.2 – Proteção contra curto-circuitos

Uma canalização considera-se protegida contra curto-circuitos se obedecer ao seguinte:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

Sendo:

- S – Secção da canalização [mm²]
- k – Fator constante que depende do material
- I<sub>cc</sub> – Corrente de curto-circuito mínima [A]
- t – Tempo máximo suportado pela canalização para um dado valor de corrente de curto-circuito do aparelho de proteção [s]

A canalização considera-se protegida contra curto-circuitos, se o tempo de disparo do aparelho de proteção for inferior ao calculado (t).

A corrente de curto-circuito mínima é calculada pela expressão:

$$I_{cc} = \frac{0,95 \cdot U}{\rho_F \cdot \frac{L_F}{S_F} + \rho_N \cdot \frac{L_N}{S_N}}$$

Em que:

- U – tensão entre condutores (240V, nas canalizações com neutro)

-  $\rho_F$  e  $\rho_N$  – resistividades dos condutores de fase e de neutro da canalização para a temperatura média de duração de curto circuito ( $\rho=0.026 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o cobre e  $\rho=0.026 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o alumínio)

-  $L_F$  e  $L_N$  – comprimentos máximos dos condutores da fase e de neutro da canalização protegida

-  $S_F$  e  $S_N$  – secções dos condutores de fase e de neutro da canalização protegida

#### 4.2.10.4.3 – Quedas de tensão

O valor da queda de tensão numa canalização elétrica trifásica é dado por:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot Z \cdot I_s$$

Em que:

-  $\Delta U$  – queda de tensão no cabo

-  $Z$  – Impedância do cabo [ $\Omega/\text{km}$ ]

-  $I_s$  – Corrente de serviço [A]

A impedância do cabo é dado por:

$$Z = Z_c (\Omega/\text{km}) \cdot L$$

Em que:

-  $Z_c$  – Impedância do cabo [ $\Omega/\text{km}$ ]

-  $L$  – Comprimento do cabo [km]

A queda de tensão total em cada circuito deve ser inferior a 5%, nos circuitos de força motriz e inferior a 3% nos circuitos de iluminação.

#### 4.2.10.5 – Nota final

A proteção dos circuitos alimentados a partir da UPS (1200VA) foi dimensionada considerando que a UPS tem uma corrente de curto-circuito de  $6 \times I_m$  ( $6 \times 5,2 \text{ A} = 31,2 \text{ A}$ ), o



que pode ser traduzido como uma impedância a montante de  $7,5\Omega$  ( $230V/31,2A$ ), sendo o dimensionamento subsequente efetuado em termos idênticos aos dos restantes circuitos.

Para os circuitos de tensão reduzida adotou-se igual procedimento, considerando uma corrente de curto-circuito de 6xIn e uma potência de 360VA para o retificador.

Os cálculos efetuados para os diversos circuitos segundo a metodologia acima descrita encontram nos quadros anexos. (consultar anexo em formato digital)

[illegible]

Figura 66 – Quadro Dimensionamento das Instalações elétricas

### 4.2.11- Circuito de potência e comando

As duas plantas abaixo designadas mostram o caminho de cabos usado na instalação do edifício, como sendo instalação em esteira, caleiras ou abraçadeira e ainda a localização de alguns equipamentos, e a ligação dos circuitos de potência e comando. (consultar anexo em formato digital)

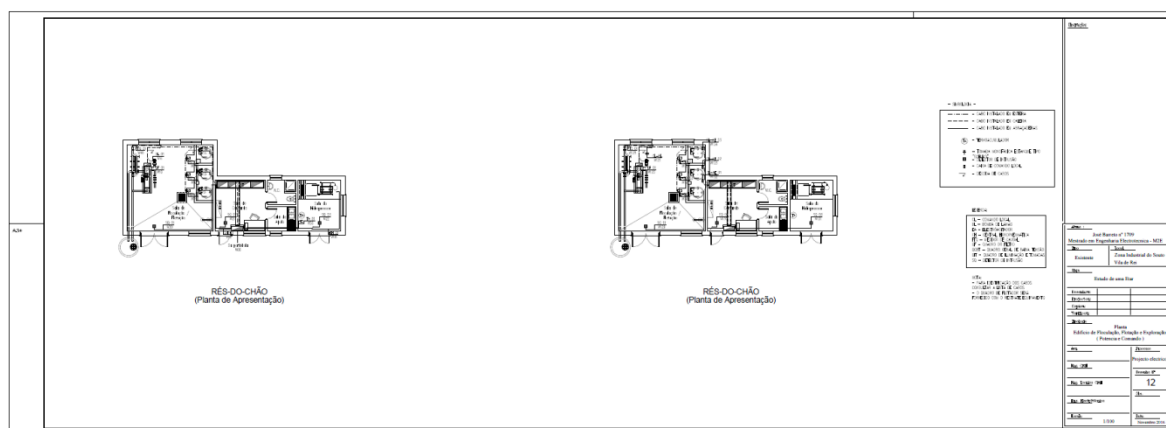


Figura 67 – Edifício de floculação, Flotação e exploração (Circuito de potencia e comando)



Figura 68 – Máquina de tratamento de Lamas



Figura 69 – Máquina das lammas

#### 4.3.12 – Iluminação e tomadas

A iluminação interior instalada é assegurada por armaduras para iluminação interior com chassis de poliéster reforçado com fibra de vidro e difusor de policarbonato, IP não inferior a 66, equipadas com lâmpadas fluorescentes de 36W.

O nível médio de iluminação é de 150lux.



Figura 71 - Iluminação na sala de floculação, Flotação e exploração



Figura 70 - Iluminação ligada na sala de floculação e Flotação

O comando das armaduras é feito por interruptores de montagem saliente, unipolares, 230Vac, 10 A, IP não inferior a 55, instalados junto às portas conforme foto em anexo.

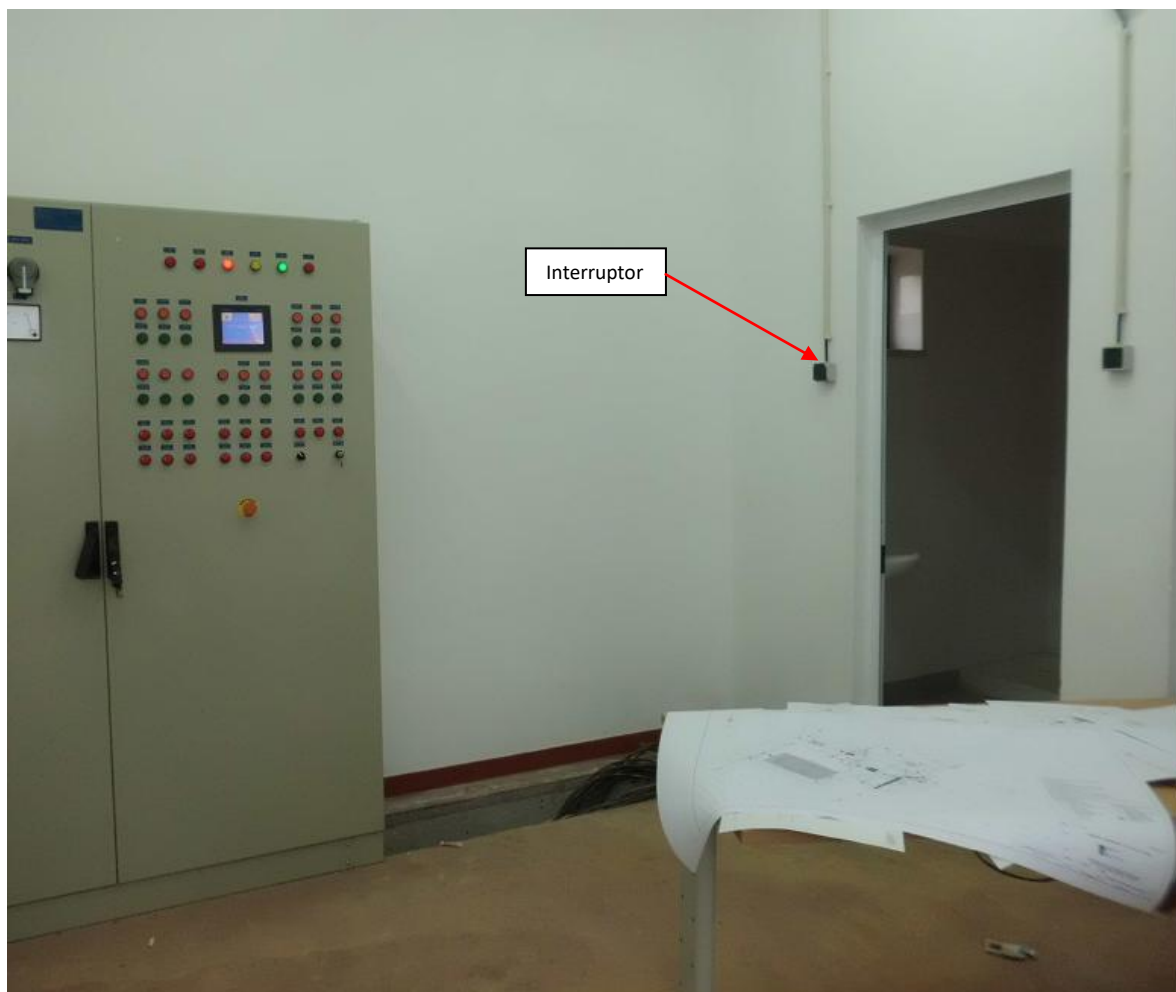


Figura 72 - Localização dos interruptores e sua montagem

A iluminação de emergência está assegurada por blocos autónomos com autonomia de 1hora. As saídas serão assinaladas por bloco autónomo com pictograma conforme foto em anexo.

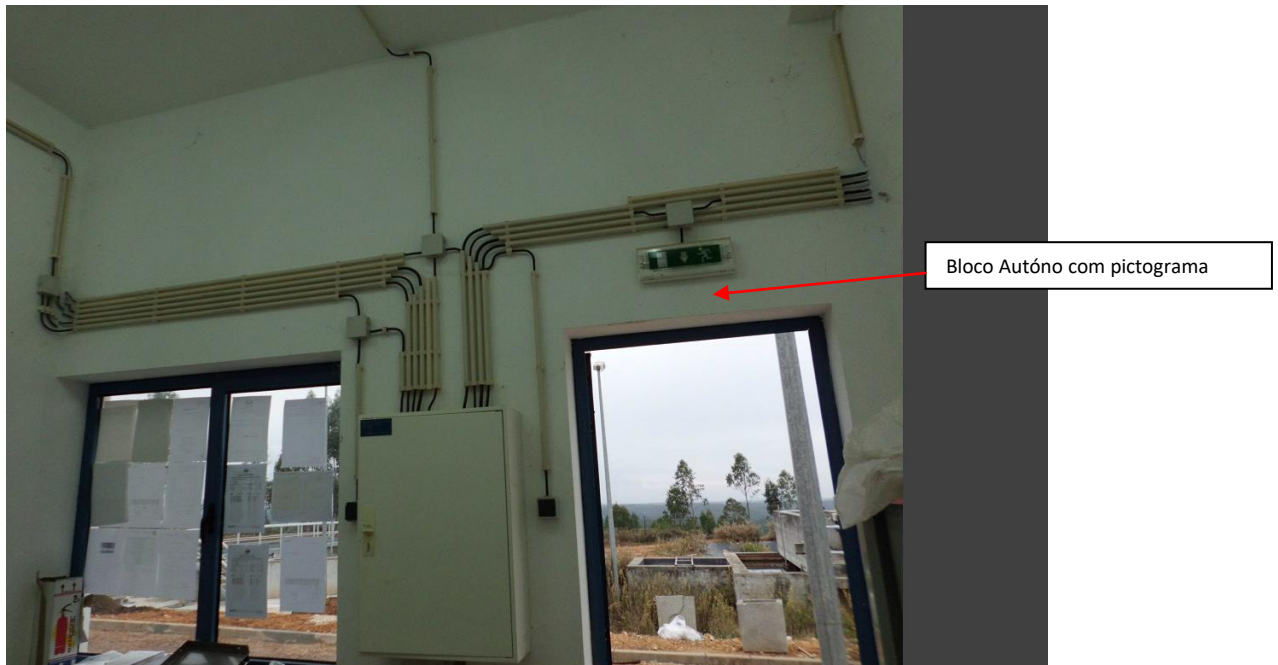


Figura 73 - Localização de bloco autónomo com pictograma

Existe circuitos monofásicos de 16 A tomadas de corrente monofásica a 230 V e circuitos trifásicos de 16 A para tomadas de corrente trifásica a 400V. As tomadas monofásicas são do tipo Schuko, de modelo estanque e de montagem saliente. As tomadas trifásicas são do tipo CEE, com três fases, neutro e terra de modelo estanque e próprias para montagem saliente

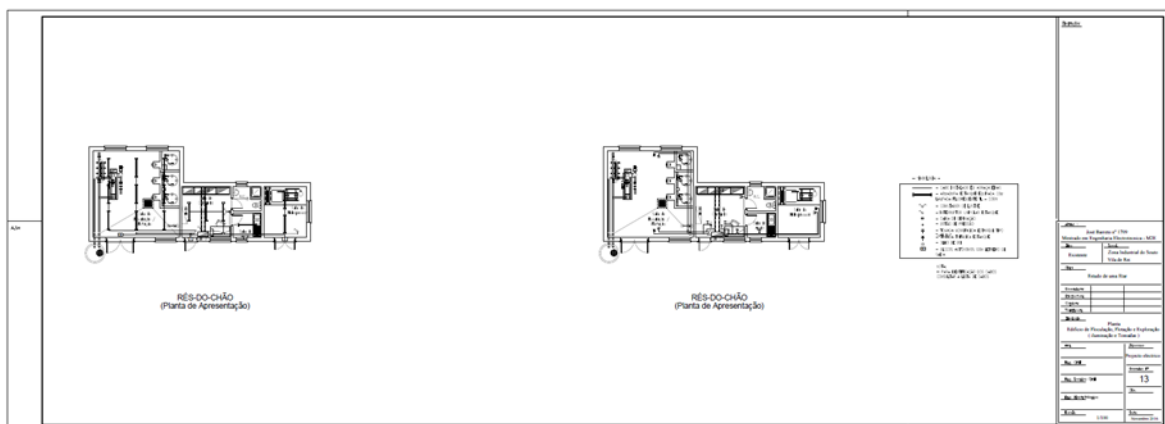


Figura 74 - Edifício de floculação, Flotação e exploração (Circuito de iluminação e tomadas)

#### 4.3.13 – Caminhos de cabos, caleiras e terras

No interior do edifício os cabos correm em caleiras, prateleiras ou em abraçadeiras.



Figura 75 - Localização de caleiras de passagem de cabos



Localização da caixa terra para ligação ao quadro geral, é de relevar que estão ligadas a terra de proteção todas as peças metálicas da instalação que não estão sob tensão.



Figura 76 - Localização da caixa terra do edifício





Figura 77 - Ligação da terra ao QIT- Quadro de iluminação e tomadas

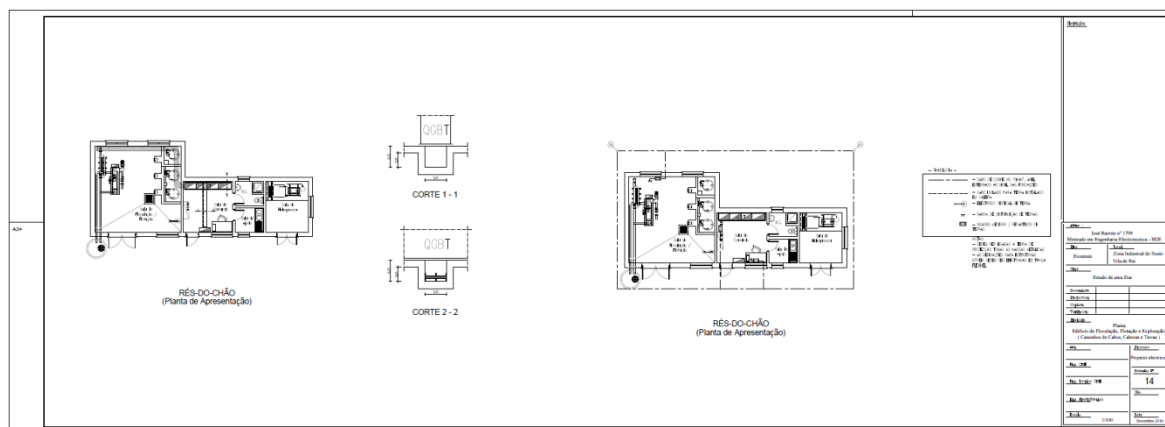


Figura 78 - Edifício de floculação, Flotação e exploração (Caminhos de cabos, caleiras e terras)

#### 4.3.13.1 – Canalizações elétricas

##### A- Generalidades

As canalizações elétricas executadas compreendem ligações a partir dos quadros aos equipamentos elétricos, eletromecânicos, instrumentos de controlo e medida, á tomadas e armaduras.

Os cabos utilizados estão definidos quanto ao tipo, secção, origem e destino nas listas de cabos que estão incluídas nas peças desenhadas em anexo digital.

Os traçados dos cabos bem como o seu modo de instalação estão indicados nas peças desenhadas.

##### B- Cabos elétricos

Os cabos elétricos de potência utilizados são do tipo VV ou XV. Os cabos de comando são do tipo VV e VHV ou LiYCY, e estão instalados conforme indicado nos desenhos em anexo.

Os cabos usados no interior do edifício estão instalados em esteira, tubo metálico ou abraçadeiras ao longo das paredes.

Existem caminhos de cabos individualizados para os cabos de potência e para os cabos de comando, separados pelo menos 25cm entre eles.

Todos os cabos utilizados na instrumentação têm blindagem eletromagnética.

Os cabos estão identificados nas duas extremidades e os condutores têm a identificação do borne em que estão apertados. As ligações estão feitas em bornes e para cabos flexíveis foram utilizadas ponteiras.

O cabo dos equipamentos instalados nos poços de bombagem têm caixas de transição estanques (IP55).

### **3-Caminhos de cabos**

#### **Esteiras**

As esteiras instaladas são tipo “varão”, galvanizado a quente após fabrico, suportado em perfis metálicos, sendo as ligações e fixações executadas com acessórios específicos. Estão dimensionadas de modo que os cabos a instalar não se disponham em mais do que duas camadas. As esteiras metálicas estão ligadas à terra. Na sala de floculação os caminhos de cabo são em PVC.

#### **Tubos metálicos**

Os tubos metálicos instalados destinam-se a proteger os cabos desde as esteiras e tubos enterrados até aos equipamentos. São em aço, galvanizado, e com secção reta que permita o fácil enfiamento e desenfiamento dos cabos.

As pontas dos tubos estão abocardadas de forma a evitar a danificação dos cabos. Em alternativa foram utilizados acessórios de terminação.

Nos troços horizontais ou tubos instalados tem um ligeiro pendente para que sejam drenadas eventuais condensações.

#### **Braçadeiras**

As braçadeiras utilizadas para cabos e tubos, na instalação são plásticas, simples e múltiplas, com fixação por parafusos de aço cromado, afastadas entre si não mais que 30cm.

A fixação das abraçadeiras foi executada por buchas plásticas expansíveis.

A montagem sobre abraçadeiras dos cabos ficaram convenientemente arrumados e alinhados.

### **Tubos de PVC**

Foram utilizados tubos de PVC Ø110 na rede exterior, enterrados a uma profundidade mínima de 0,70m e envolvidos em betão nas travessias de arruamentos.

### **Caixas de derivação e passagem**

São de material plástico prensado, de cor creme, de construção robusta e de IP não inferior a 55, estão fixadas por parafusos de aço inoxidável.

Estão providas de buçins adequados ao diâmetro dos cabos e os parafusos de fixação das tapas são passivados. As ligações dos condutores estão executadas em placas de ligação com isoladora de material cerâmico com bornes de latão.

As caixas de transição das ligações dos cabos das eletrobombas e eletroagitadores são IP55 e estáveis aos raios ultravioletas. Estão instaladas em local protegido de ações mecânicas e facilmente acessíveis.

### **Travessias**

Todas as travessias, nomeadamente entre compartimentos e quadros, caleiras e saídas inferiores de quadros e saídas de tubos estão seladas para evitar a passagem de insetos e roedores e a infiltração de água.

### **D– Rede de terras de proteção**

A rede de terras executada tem a seguinte constituição:

- Um anel de terra em cabo de cobre nú de 70mm<sup>2</sup> de secção, circundando o edifício administrativo.
- Quadro de terras constituído por seccionador/medidor/repartidor;
- Eléktodos de terra, constituídos por chapa de aço galvanizado com área de 1m<sup>2</sup> e 3mm de espessura

Os eléktrodo de terra estão instalados na vertical a uma profundidade da ordem dos 80cm do piso.

O número de eléktrodo a instalados deverá garantir, mesmo em época seca, uma resistência de terra menor ou igual a 10 Ohm.

Existe uma ligação amovível que permite efetuar a medição da resistência de terra dos eléktrodo.

### **Ligações executadas à rede de terras**

As ligações do anel de terras aos eléktrodo estão executadas em cabo nu de 70mm<sup>2</sup> de secção. As ligações do anel ao quadro de terras estão executadas em cabo cobre de 50mm<sup>2</sup> isolado.

Estão ligadas á terra de proteção todas as peças metálicas das instalações normalmente não sob tensão. Foi utilizado um condutor adicional no cabo de alimentação dos diferentes recetores que deverá ser ligado ao barramento de terra do quadro.

As blindagens dos cabos de sinais estão ligadas à terra numa só das extremidades que é a do lado do quadro.

### **E – Proteção de pessoas**

É fundamental a verificação de dois aspetos:

- Contactos diretos
- Contactos indiretos

#### **Proteção contra contactos diretos**

A proteção contra contactos diretos é assegurada pela garantia de não existirem riscos de contacto com as partes ativas dos equipamentos elétricos como tal não existe peças sob tensão à vista ou passíveis de serem tocadas e todos condutores estão isolados.

## Proteção contra contactos indirectos

A proteção contra contactos indirectos foi projetada de acordo com os artigos 598 a 601 do RSIUEE. O regime de neutro escolhido foi o TT com uso de proteções sensíveis a corrente diferencial residual. Todas as massas metálicas dos diversos equipamentos estão ligadas à terra de forma a evitarem-se os acidentes causados por contactos indirectos.

### 4.3.14– Cabos de Potência

Nesta peça desenhada descreve o trajeto do caminho de cabos de potência para a alimentação dos diversos equipamentos no traçado a executar em vala e a colocar em abraçadeiras. (consultar anexo em formato digital)

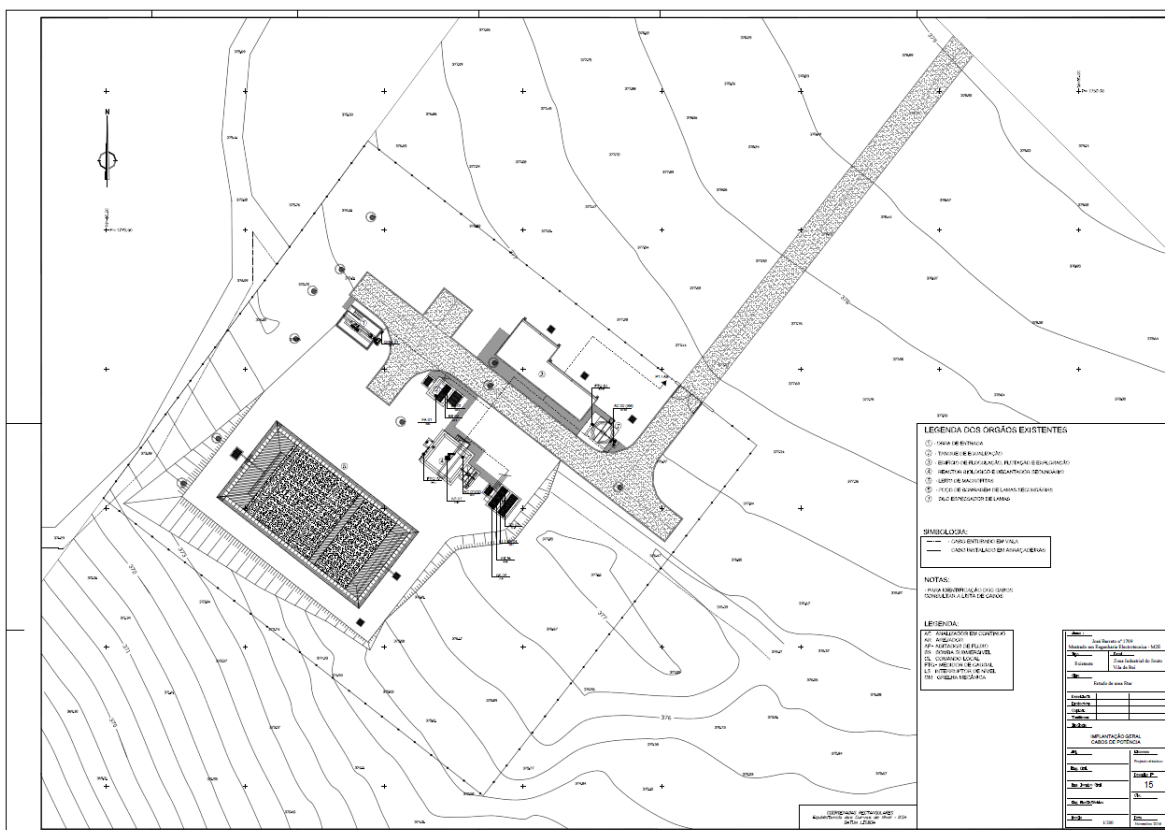


Figura 79 - Implantação geral (Cabos de Potencia)



#### 4.3.15- Iluminação Exterior

No exterior, nas zonas de acessos existe iluminação de circulação constituída por armaduras instaladas em postes de 6m de altura útil.

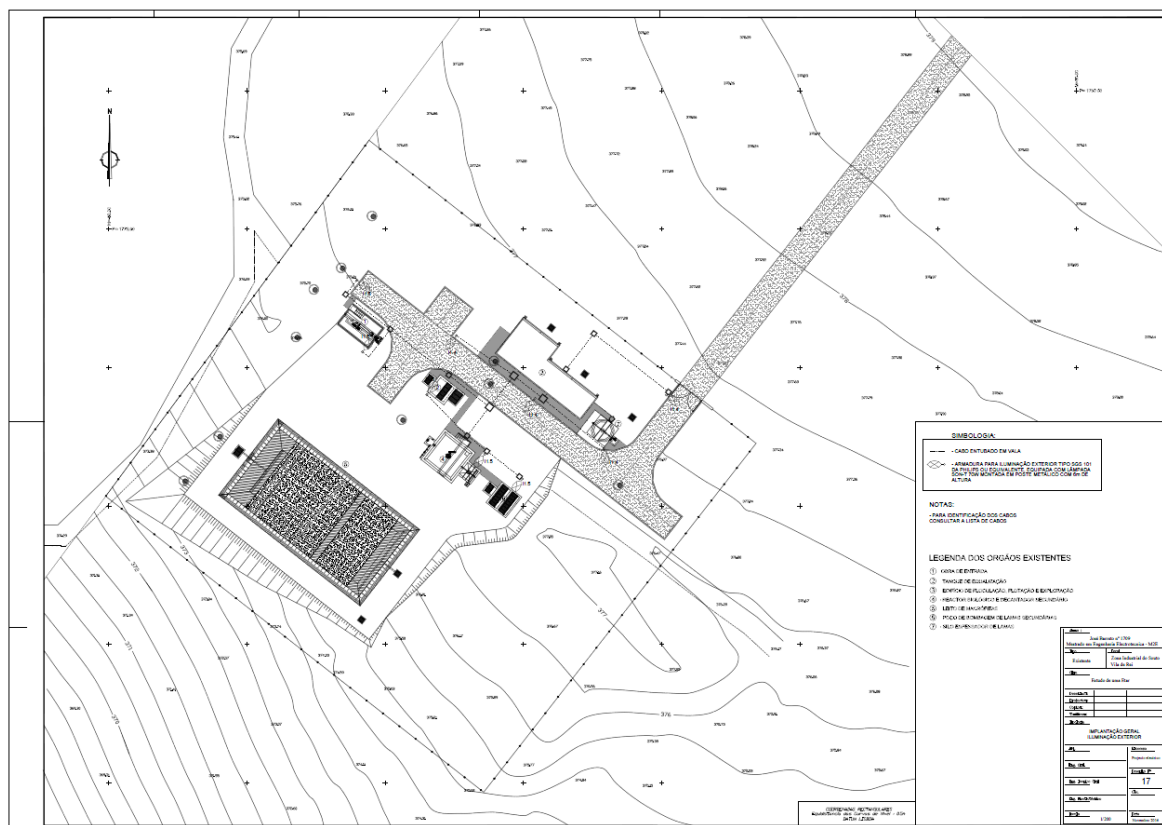


FIGURA 81 - Implantação geral (Iluminação Exterior)

As armaduras serão próprias para iluminação de vias, e têm as seguintes características:

- Montagem em coluna, por fixação vertical com acessório de adaptação;
- Estanqueidade:
  - Compartimento ótico: IP65
  - Compartimento acessórios: IP44
- Corpo em alumínio injetado
- Difusor em vidro



- Refletor em alumínio de elevada pureza
- Equipada com lâmpada de vapor de sódio de alta pressão SON-T de 70W e respetivos acessórios.

As colunas têm uma altura útil de 6m, equipadas para montagem das armaduras e possuem as seguintes características:

- Galvanizado interior e exterior por imersão a quente;
- Montagem sobre maciço de betão por intermédio de pernos no maciço;
- Portinhola ampla, permitindo a montagem e execução fácil de colocação dos acessórios e da ligação, em derivação dos cabos de alimentação subterrânea;
- A portinhola terá uma caixa de proteção e seccionamento com fusíveis tipo rolo de 6 A.

O comando da iluminação exterior é feito por relógio programável, localizado no quadro parcial designado por (QIT).

Serão instaladas tomadas monofásicas 230Vac, 16 A, tipo Schuko, de montagem saliente, índice de proteção não inferior a IP55 e tomadas trifásicas 400V, 3P+N+T, IP não inferior a 55, montagem saliente, equipado com as respetivas fichas macho.

As tomadas deverão ser instaladas a cerca de 1,20m do pavimento. A localização das tomadas consta dos desenhos anexos.

No exterior serão instaladas caixas de tomadas equipadas com duas tomadas monofásicas e uma tomada trifásica protegidas localmente por interruptores diferenciais de 30mA.



Figura 82 - postes de iluminação exterior da ETAR



Figura 83 - postes de iluminação exterior existentes da ETAR – localização



Figura 85 - Lista de cabos do Quadro Geral

Figura 86 - Lista de cabos do quadro geral e quadro iluminação e tomadas

## **4.4 – Descrição da ampliação da ETAR**

### **4.4.1-Instrumentação controlo e automação**

#### **A-Instrumentação**

Com a ampliação da ETAR da Zona Industrial do Souto infraestrutura será equipada com instrumentos necessários às unidades a instalar, nomeadamente:

Tratamento biológico terciário

Medição de oxigénio

Medição de potencial redox

Medição de caudal do efluente final

Apresenta-se uma descrição dos principais tipos de instrumentos:

Nível – LA/LSA/LS

Os sensores de nível, são constituídos por uma ou mais bóias flutuantes, que atuarão em função do nível em tanques ou canais, complementando a ação dos equipamentos a que estão associados.

#### **FIR**

Medidor de caudal ultrassónico, em descarregador, com equipamento complementar de transmissão de sinal e registo.

#### **FICA**

Medidor de caudal eletromagnético em tubagem.

#### **OICA**

Medidores/ controladores de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento/anóxico.

## REDOX

Medidores/ controladores de potencial redox.

Instrumentação diversa associada aos equipamentos eletromecânicos.

### **B - Controlo e Automação**

O sistema de controlo da ETAR da Zona Industrial do Souto é efetuado através de autómatos programáveis localizados nos respetivos quadros elétricos de comando e controlo. Este sistema existente será reformulado de modo a incluir a instrumentação e o comando dos equipamentos a implantar na ampliação da ETAR.

### **C - Controlador Programável - Autómato**

O autómato permite efetuar:

- O controlo completo da instalação (bombas, agitadores, arejamento, ...) no modo automático utilizando entradas analógicas e digitais e cálculo das ações necessárias (saídas analógicas e digitais).
- Detecção de alteração nas condições de trabalho e geração de sinais de alarme em caso de avarias.
- Cálculos internos e totalizações.
- Desenvolvimento de sequências automáticas e regulações.

O modo de operação pode ser alterado de automático para manual a partir do autómato e localmente para equipamentos específicos. A interrupção do modo automático a partir do sistema central é restringida a operadores especializados.

### **D -Sistema de Automação e Supervisão**

O autómato terá diversas funções e reunirá os seguintes sinais:

- Gestão de funcionamento das várias eletrobombas;
- Controlo dos vários níveis (interruptores de nível e sondas de nível);

- Medidores de caudal eletromagnéticos;
- Medidores de nível ultrassónico;
- Sinais disponibilizados pelos diversos quadros de equipamento;
- Sinais de estado e defeito dos diversos equipamentos de campo;
- Gestão de energia (analisador de energia a instalar no quadro elétrico);
- Atuação dos descarregadores de sobretensão;
- Corte do interruptor geral do QE da ETAR;
- Todos os sinais imprescindíveis para o bom funcionamento e controlo da ETAR.

O autómato deverá estar munido com módulos de entradas e saídas com pelo menos as

Características abaixo indicadas:

- Módulos de entradas e saídas digitais com alimentação 12-30V;
- 30% de reserva instalada, em entradas/saídas digitais e analógicas;
- Módulos de entradas, saídas e mistos, binários e analógicos.

Quanto às comunicações e protocolos entre o autómato e os equipamentos de controlo (analisador de rede, medidores de caudal, etc) devem ser estabelecidas em rede, suportando os diversos tipos de protocolos (MODBUS, PROFBUS E TCP/IP para rede Ethernet) de acordo com o permitido pelos equipamentos e autómato.

Assim o autómato a instalar no QE da ETAR será constituído por :

- Cartas de entradas digitais
- Cartas de entradas analógicas
- Cartas de saídas digitais
- Cartas de saídas analógicas

– Carta de comunicações

### E - Equipamento Eletromecânico aplicado

As características do equipamento eletromecânico a instalar no pré tratamento é a que se indica na tabela seguinte:

TABELA 2 - Equipamento instalado no pré tratamento

Unidade	Quantidade	Função	Capacidade	Potência instalada (kW)
Máquina combinada	1	Tamisagem/ Desarenação/ Desengorduramento	24,14 m <sup>3</sup> /h	1.29
Soprador	1	Desengorduramento		0.55
Contentores de gradados		Receção de gradados	1100 lts	/
Contentores de gorduras		Receção de gorduras	50 lts	/
Contentor de areias		Receção de areias	1100 lts	/



Os equipamentos eletromecânicos para o tratamento Biológico e Desinfecção do Efluente Final é o seguinte:

**TABELA 3 - Equipamento instalado no tratamento efluente final**

Unidade	Quantidade	Função	Capacidade	Potência instalada (kW)
Sistema de arejamento	1	Difusores de Arejamento	255 m <sup>3</sup> /h 550 mbar	/
Compressor de arejamento	1	Arejamento	255 m <sup>3</sup> /h 550 mbar	5,5
Agitador/recirculador submersível	1	Agitação do tanque arejado	/	2,3
Bomba de lama em excesso	1	Bombagem de lama em excesso para o espessador/recirculação	20 m <sup>3</sup> /h	2,2

A planta abaixo mostra o acesso principal da entrada da ETAR ampliada, como implantação do reator biológico. (consultar anexo em formato digital)

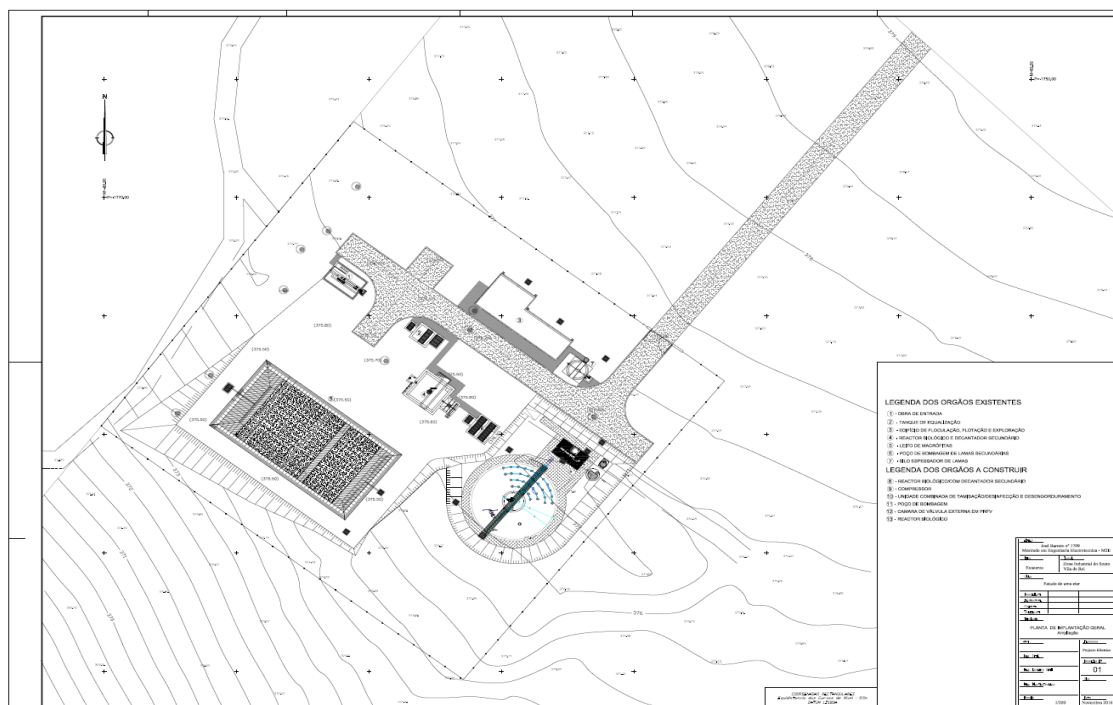


Figura 87 - Planta de implantação geral – existente e ampliada

A figura abaixo mostra – nos a entrada principal da ETAR ampliada, como vista do reator biológico já construído.



Figura 88 - Entrada Principal

Painel informativo obrigatório do equipamento a usar em obra para a segurança dos trabalhadores que executam a obra.



Figura 89 - Painel informativo



#### 4.4.1- Designação dos órgãos existentes

Nas figuras abaixo mostra – nos equipamentos existentes na ETAR, todos os equipamentos encontram – se de bom funcionamento.



Figura 90 - obra de entrada



Figura 91 - Tanque de equalização





Figura 92 - Edifício de Floculação, flotação e exploração



Figura 93 - Reator biológico e decantador Secundário





Figura 93 – Reator biológico e decantador Secundário



Figura 94 - Leito de macrófitas





Figura 95 - Poço de bombagem de lamas secundarias



Figura 96 - Silo espessador de lamas

#### 4.4.1- Designação dos órgãos a construir

De acordo com as figuras os equipamentos a construir estão descritos abaixo e ainda as peças desenhadas. (consultar anexo em formato digital)



Figura 97 - Reator biológico/decantador secundário



Figura 98- Compressor





Figura 99 - Unidade combinada de tamisação/desinfecção e desengordamento



Figura 100- Poço de Bombagem





Figura 101 - Câmara de válvula externa em PRFV



Figura 102 - Reator biológico

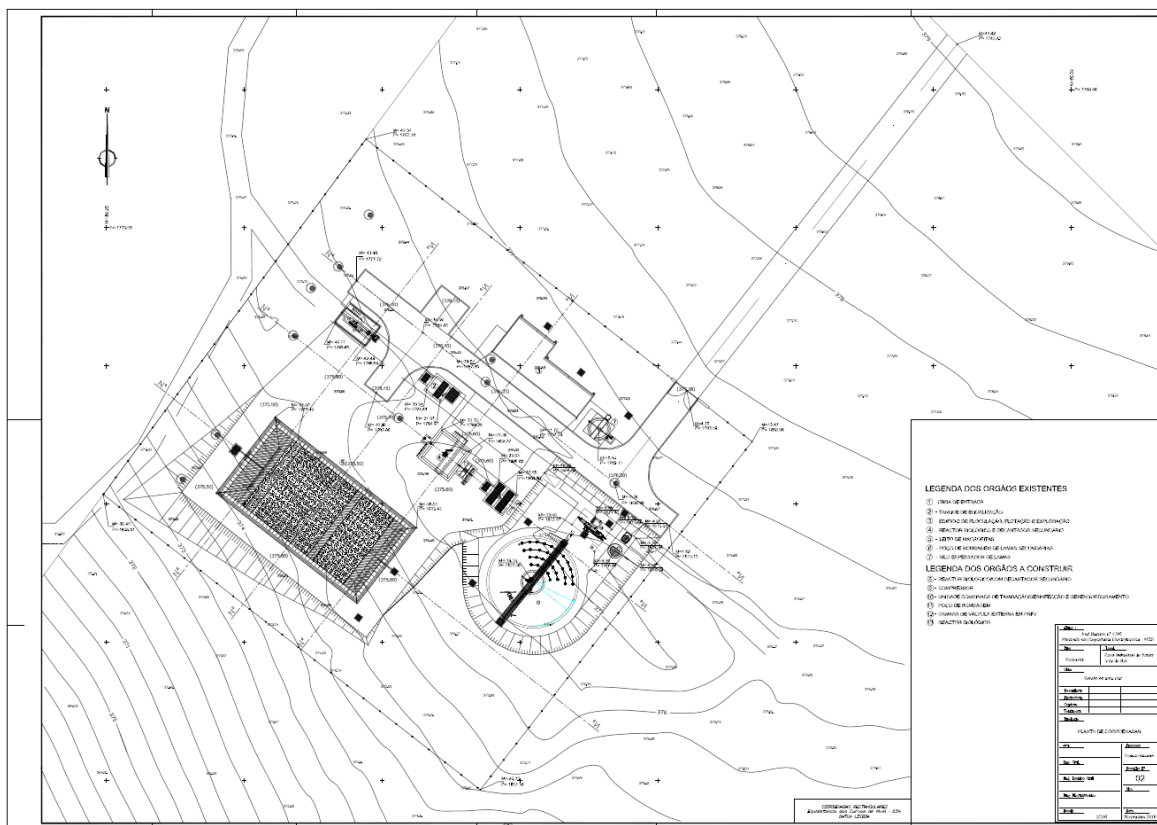


Figura 104 - Planta de coordenadas

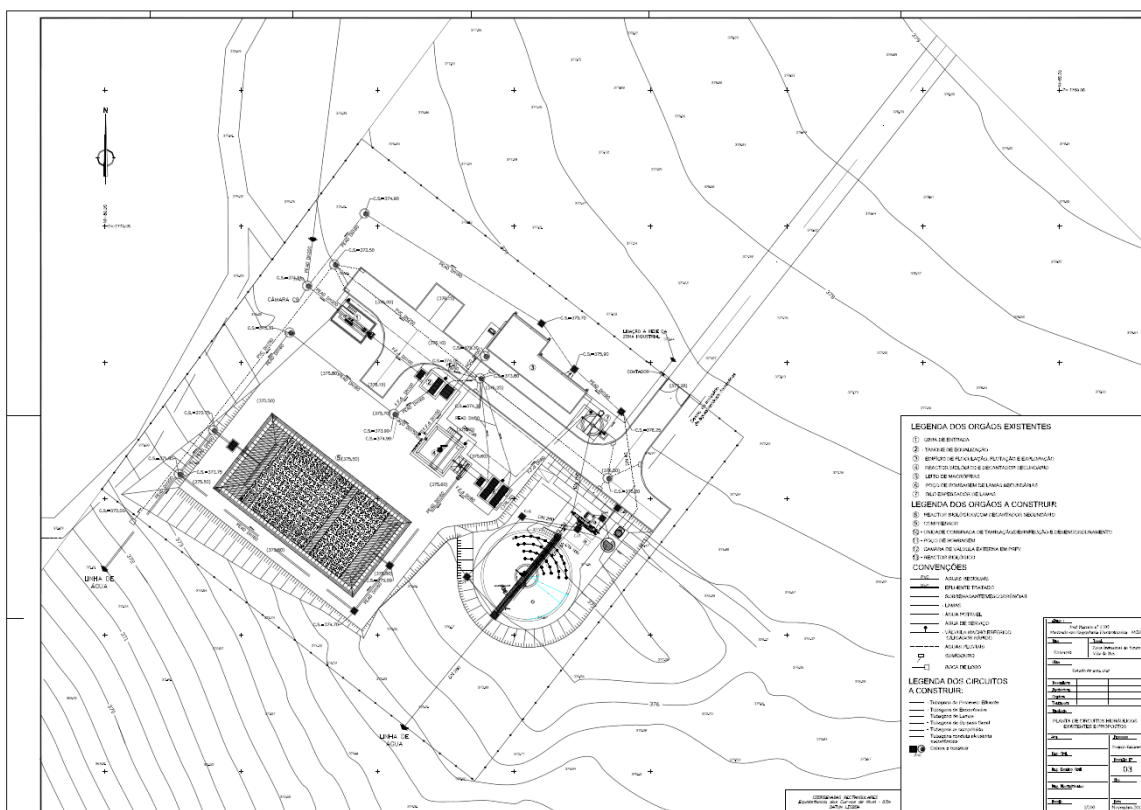


Figura 103 - Planta de implantação- arranjos exteriores

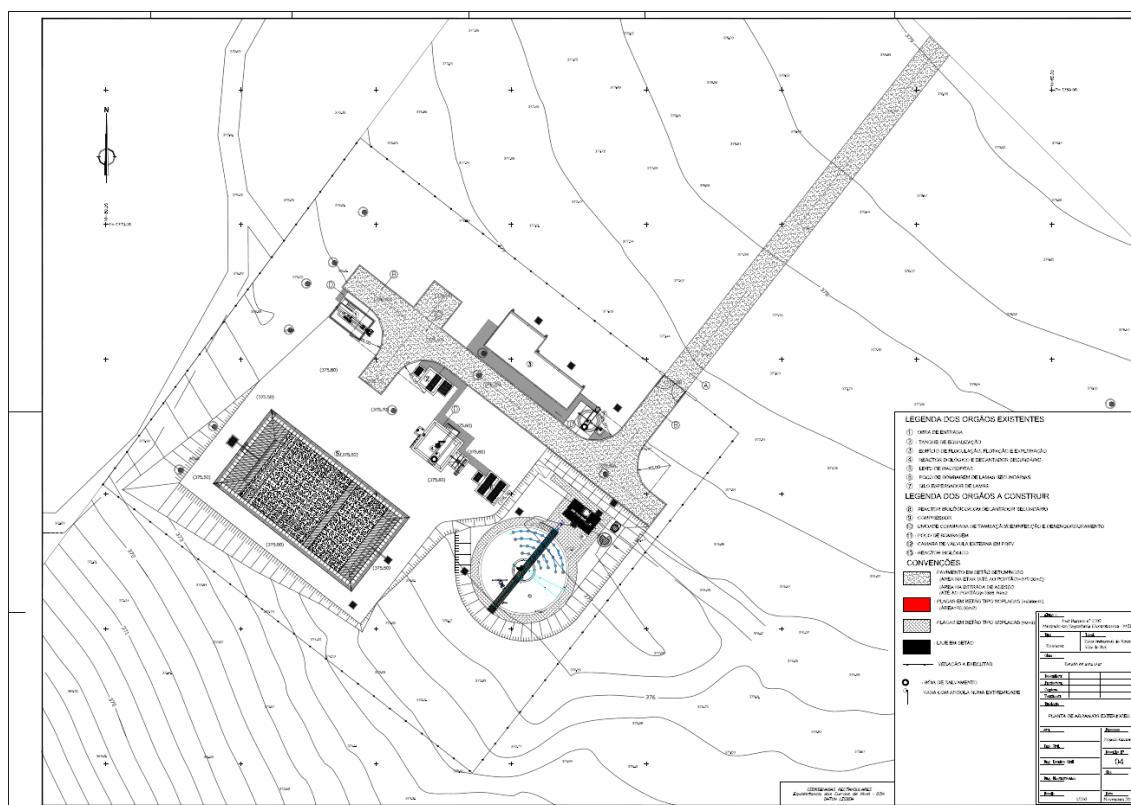


Figura 105 - Planta de implantação de circuitos hidráulicos existentes e propostos



Figura 106 - Arranjos exteriores á envoltentes do reator biológico

O Perfil da peça desenhada mostra os diversos equipamentos a para uma futura utilização do funcionamento em Controlo PID, que ainda se encontra em estudo. (consultar anexo em formato digital)

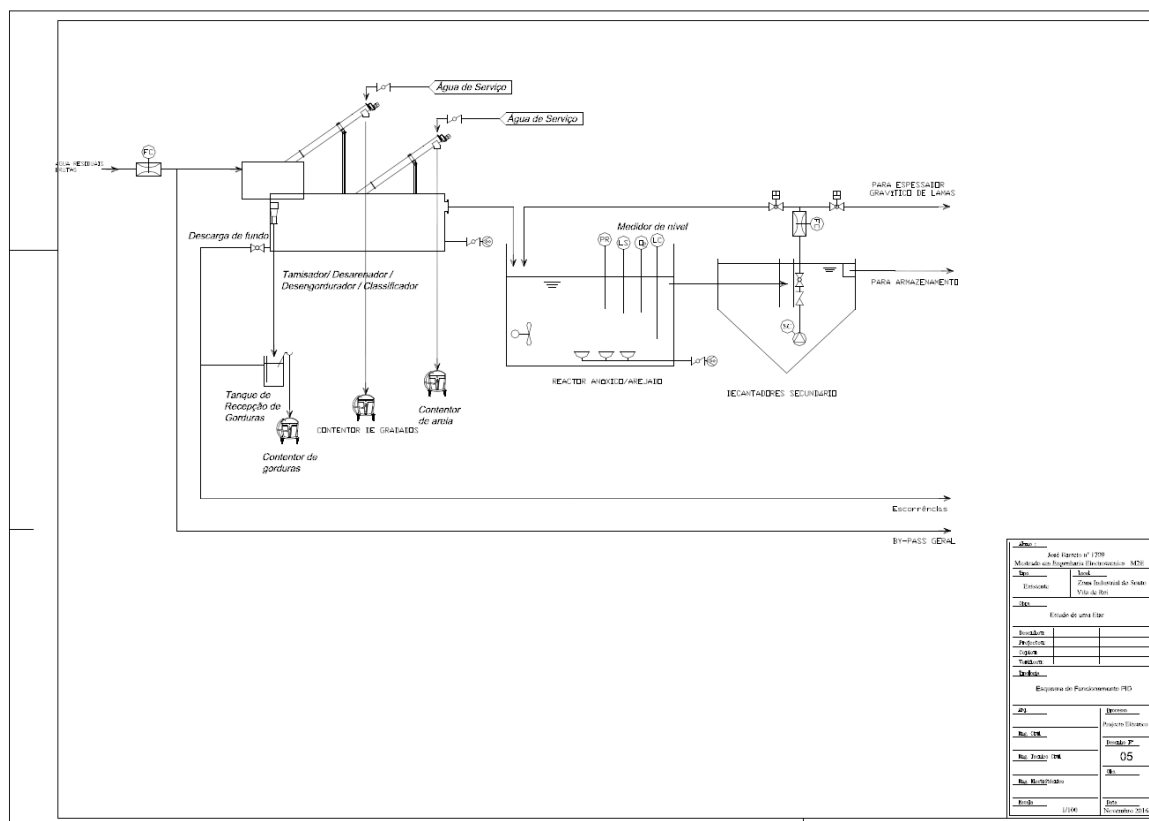


Figura 107 - Esquema de representativo do funcionamento PID



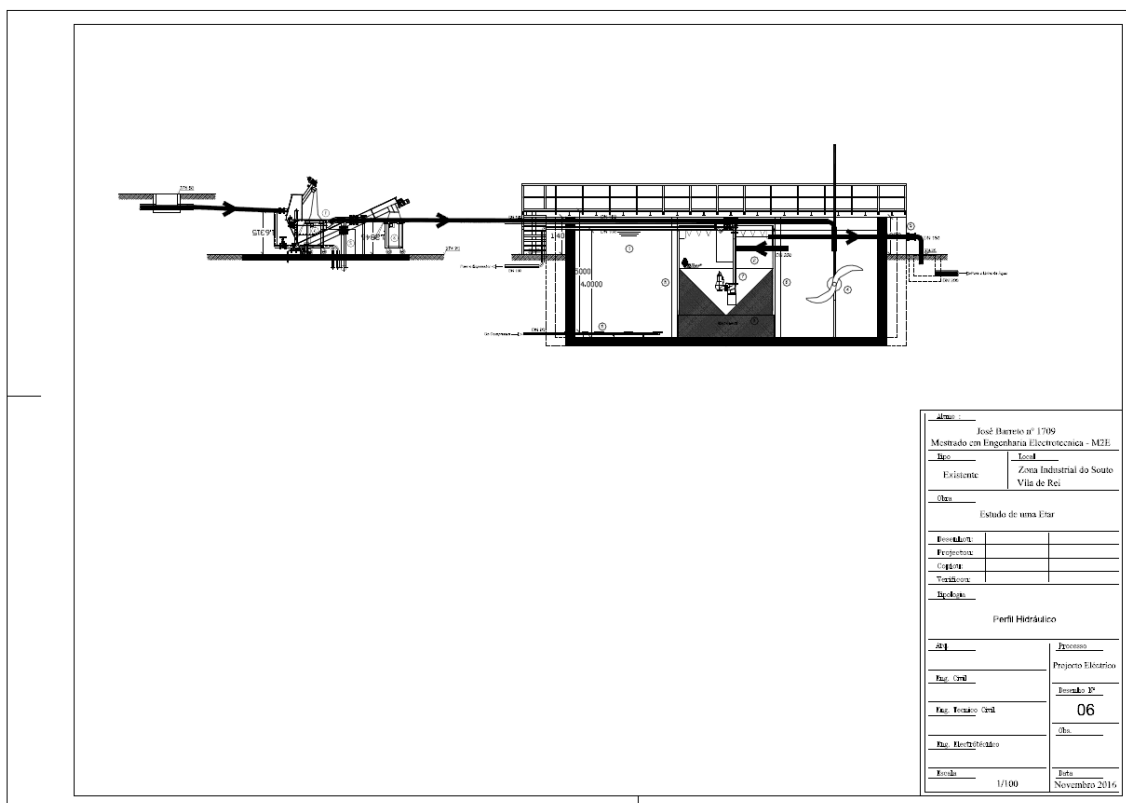


Figura 108 - Planta de Perfil hidráulico



Figura 109 - Unidade combinada de tamisação



Figura 110 - Vista do alçado posterior-Reator biológico



Figura 111 - Unidade combinada de Tamisação- vista lateral



A green waste container with a mounted sensor unit is shown in a rural setting. The sensor unit is white and mounted on top of the container. The container is situated on a concrete pad, and there is a white metal railing nearby. The background features a line of trees and a clear blue sky. A white van is partially visible on the right side of the image.

131



Figura 114 - Foto lateral da planta obra de entrada

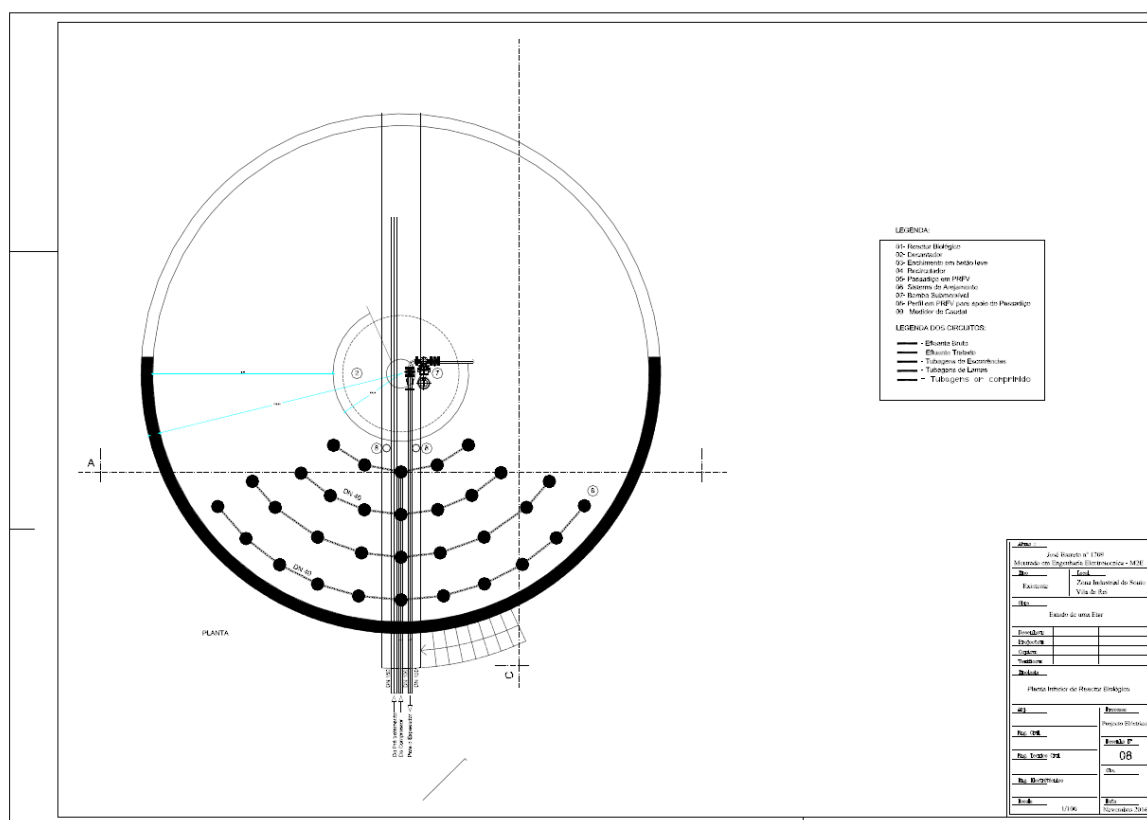


Figura 115 - Planta de inferior do reator biológico





Figura 116 - Vista de inferior do reator biológico



Figura 117- Vista de cobertura do reator biológico



Figura 118 - Vista de cobertura do reator biológico

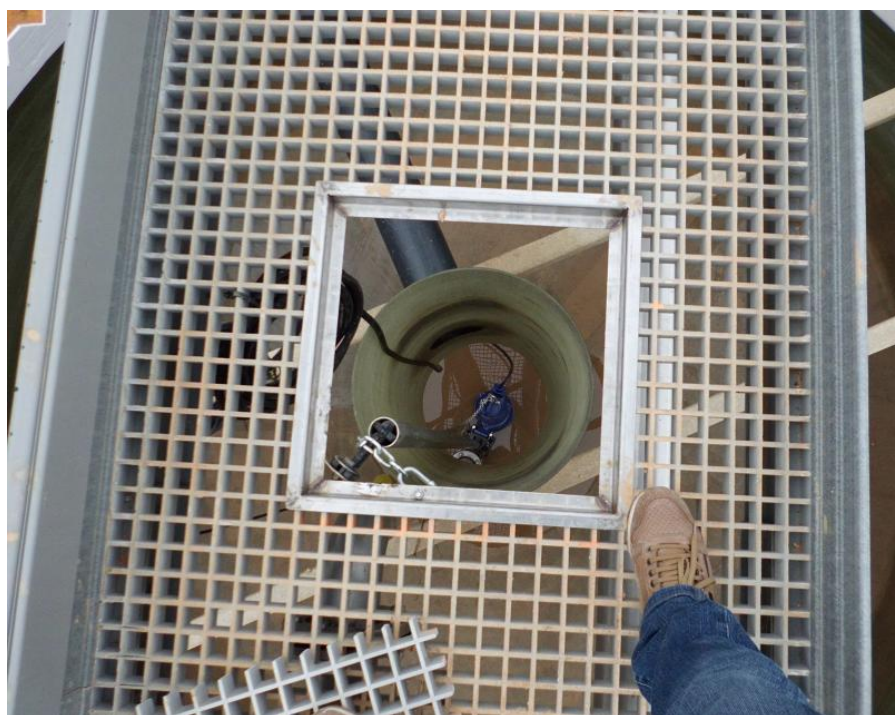


Figura 119 - Vista de cobertura do reator biológico- localização da bomba



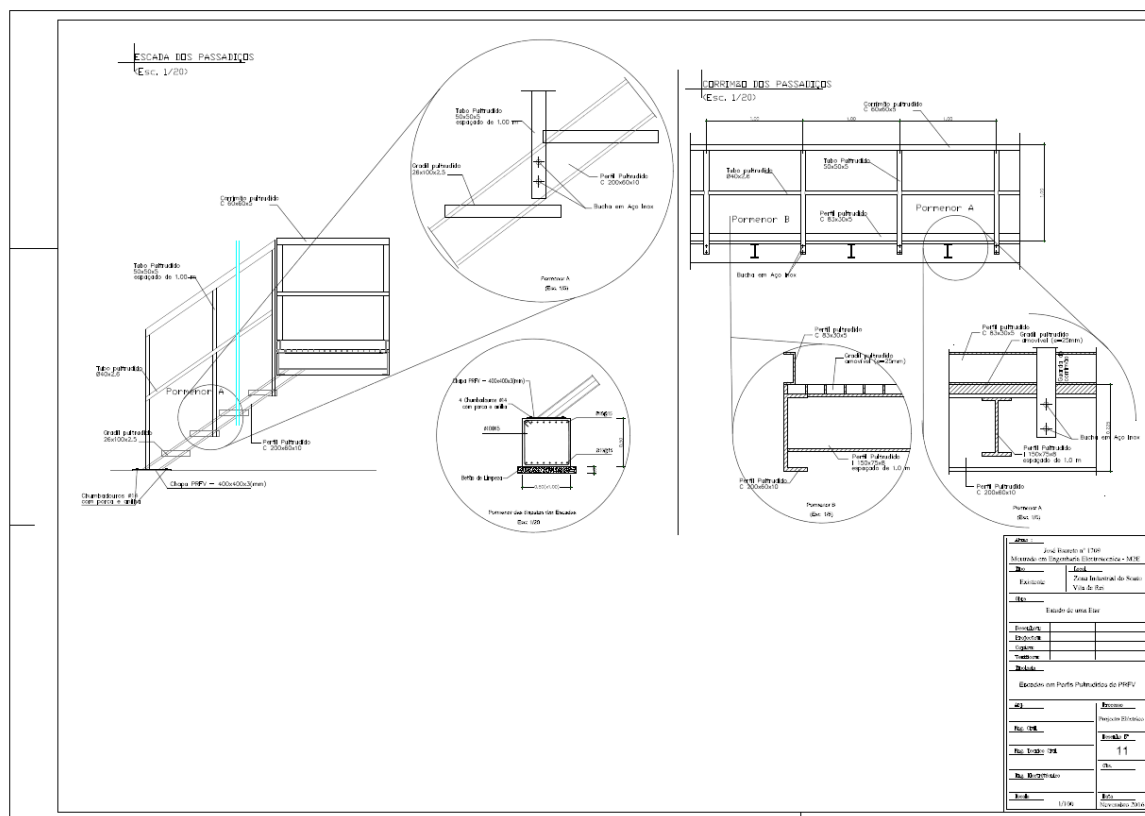


Figura 120 - Pormenor de escadas e corrimão em perfis pultrudido de PRFV



Figura 121 - Pormenor de escadas e corrimão

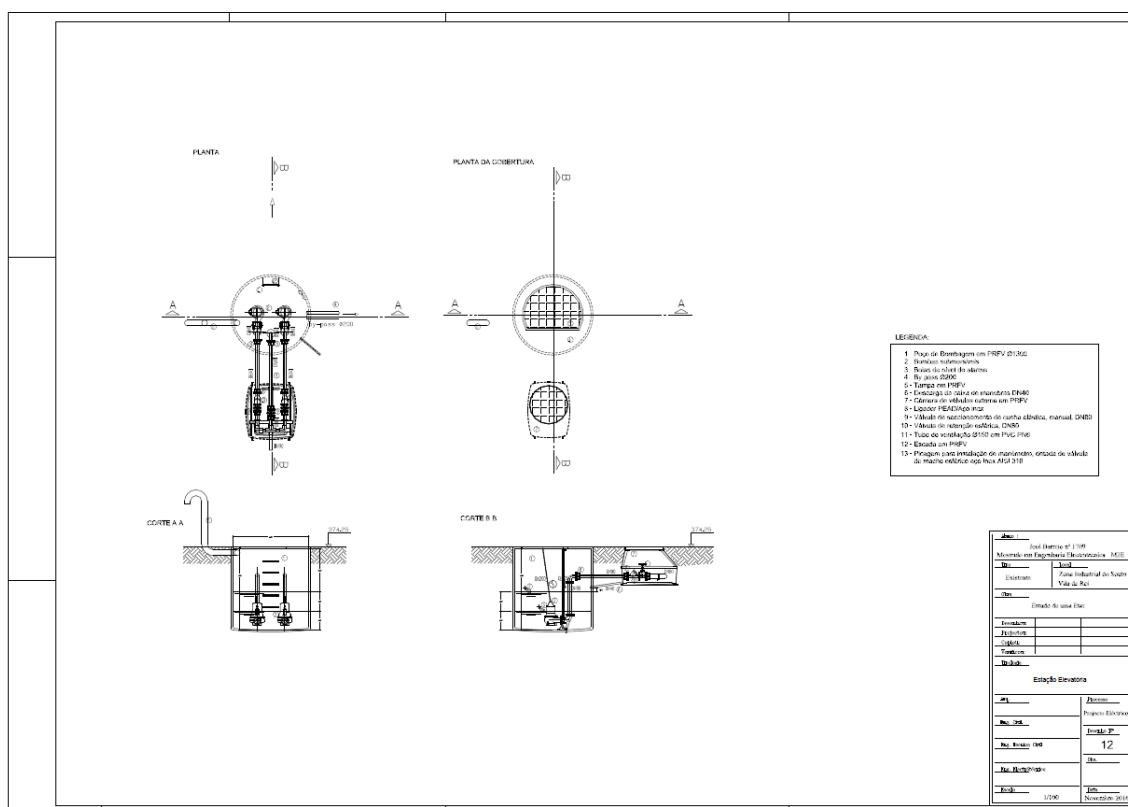


Figura 122 - Estação elevatória



Figura 123 - Vista geral do reator biológico e equipamentos

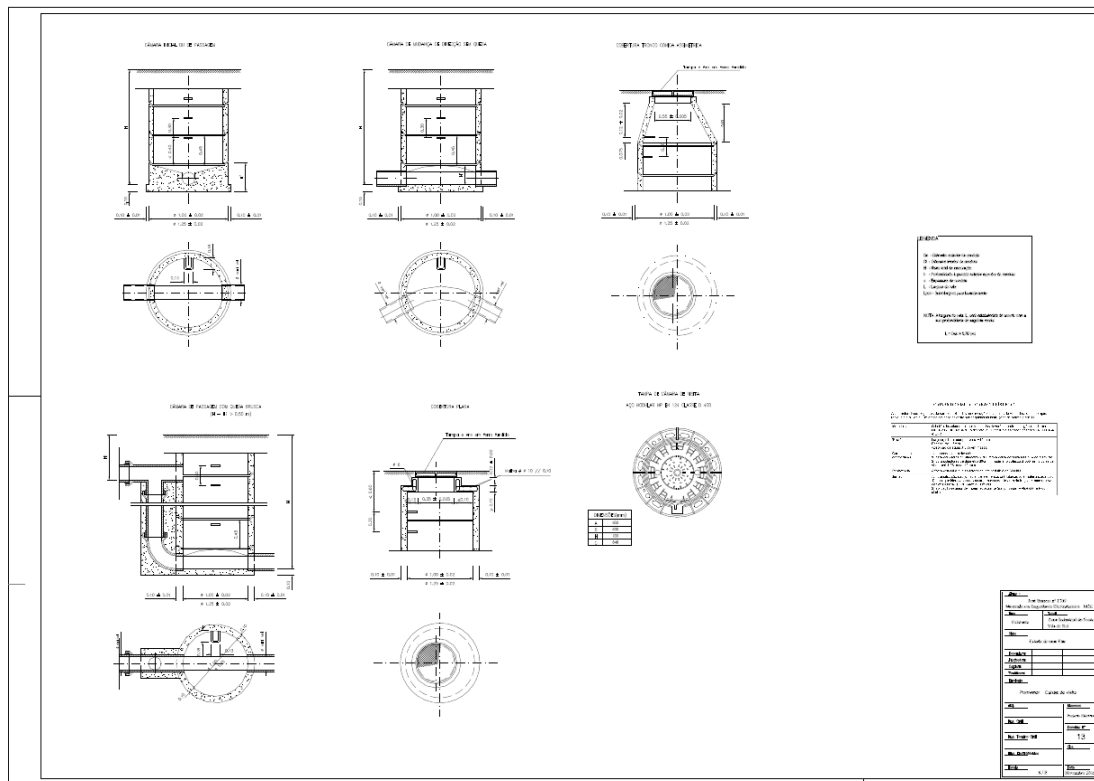


Figura 124 - Pormenor de caixa de visita

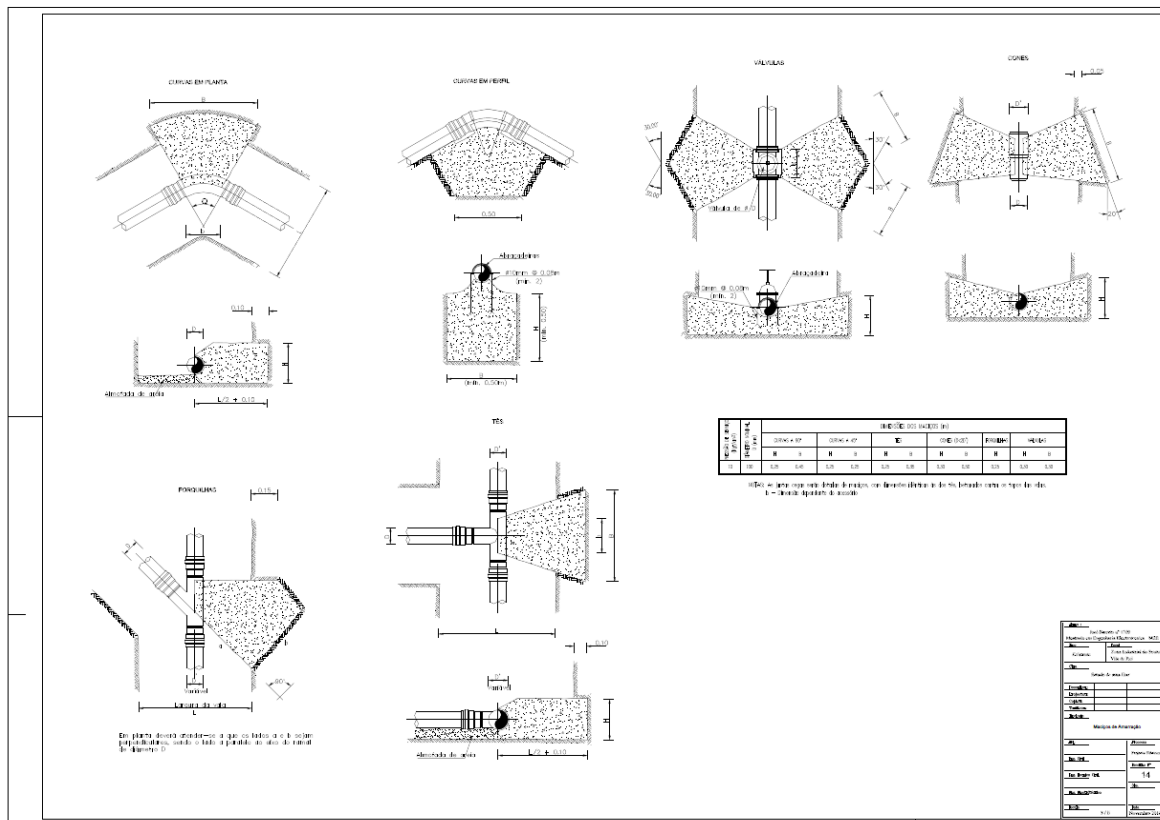


Figura 125 - Maciços de amarração

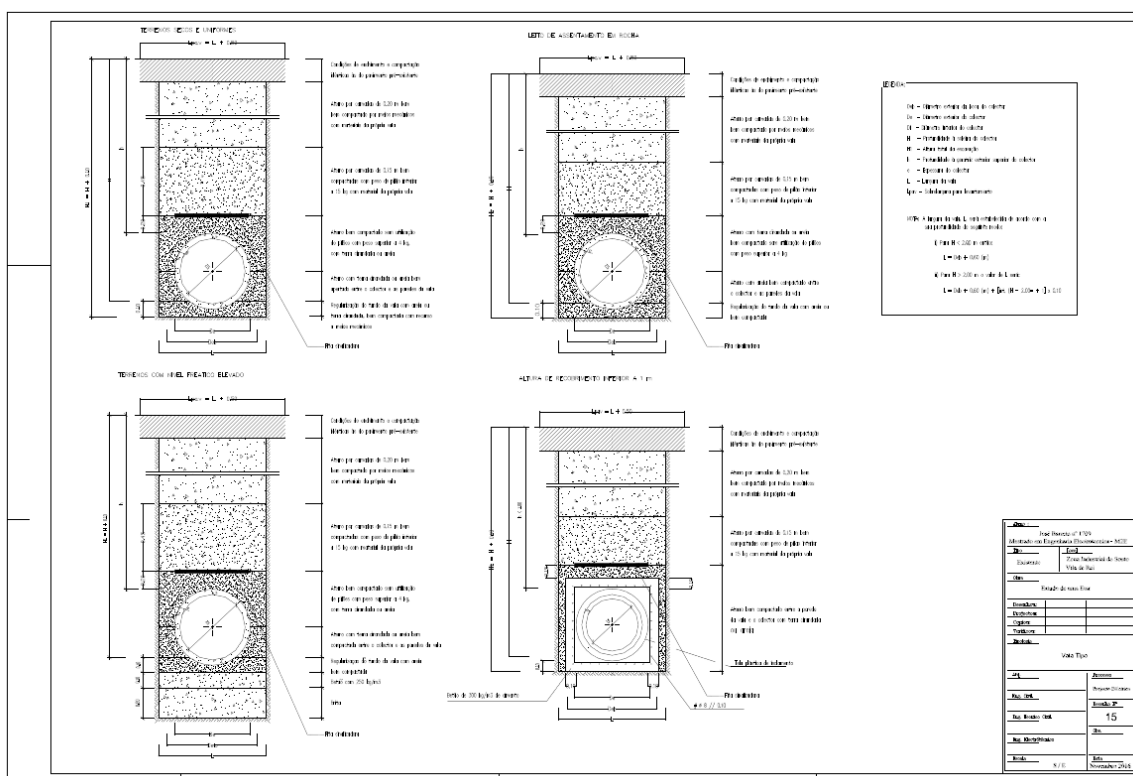


Figura 124 - Pormenor de valeta Tipo

## 5 - Funcionamento e controlo automatizado da ETAR com a ampliação.

O tratamento existente permite o tratamento das águas residuais recebidas da Zona Industrial do Souto. Face à inclusão neste tratamento de águas residuais provenientes de uma povoação, por poço de bombagem e respetiva conduta elevatória, é necessário proceder à ampliação das instalações existentes de modo a suportar também esse caudal no tratamento. Serão mantidas as etapas do tratamento de lama e da afinação do tratamento existente, sendo que será acrescido o pré-tratamento do novo caudal e respetivo tratamento biológico. Os novos circuitos hidráulicos integrarão o sistema de infraestruturas hidráulicas existente.

A situação apresentada consiste no tratamento das águas residuais afluentes por um sistema de lamas ativadas do tipo CMAS – Complete Mixed Activated Sludge. A opção por este sistema de tratamento de lamas ativadas advém do facto de, com a crescente utilização dos computadores no controlo dos processos industriais, se procurar uma automatização cada vez maior das operações unitárias de tratamento, conduzindo no final a uma maior eficiência no tratamento da água residual.

Esta possibilidade de uma simples automatização do processo de tratamento aliada à flexibilidade do sistema convencional no tratamento de caudais variáveis ao longo do dia apresenta as vantagens para o sistema considerado.

A ampliação da ETAR é dimensionada para 800 habitantes, de acordo com os dados de base fornecidos, prevendo-se como mais-valia a remoção de azoto ao longo do período de vida útil estimado para a infraestrutura.

Atendendo à implantação da solução, a integração das fases de tratamento, serão efetuadas de forma a minimizar os impactes, conciliando-se naturalmente a integração dos órgãos com a mancha edificada atualmente, não agredindo deste modo a orografia local quer a paisagem, mantendo-se ainda uma reserva de espaço na área de implantação prevista.

## 5.1- Elementos base para dimensionamento

### A - Características da água residual bruta

Os dados gerais de base para dimensionamento da solução proposta, são os fornecidos pela entidade competente.

Resumem-se na tabela seguinte os dados de base:

Parâmetro	Unidade	Valor
População	HE	800
Capitação Residuais	l/hab.dia	200
CBO	g/hab.dia	60
CQO	g/hab.dia	120
SST	g/hab.dia	70
Fósforo	g/hab.dia	3
Azoto	g/hab.dia	14

Os parâmetros para dimensionamento serão então os seguintes:

Parâmetro	Unidade	Valor
População	HE	800
Caudal	m <sup>3</sup> /dia	160
Caudal Ponta	m <sup>3</sup> /h	24,14
CBO	Kg/dia	48
CQO	Kg/dia	96
SST	Kg/dia	56
Azoto	Kg/dia	11
Fósforo	Kg/dia	2



## **B - Características do efluente final**

O efluente final tratado deve cumprir com os limites de descarga atuais da ETAR. A descarga da água residual tratada na ETAR da Zona Industrial do Souto é efetuada numa linha de água afluyente do ribeiro Milreu.

### **5.2 - Justificação da solução proposta**

A solução de ampliação contempla as operações unitárias necessárias a um correto e eficiente processo de tratamento, tendo em vista a qualidade pretendida para o efluente final.

A solução adotada é constituída pelas seguintes fases de tratamento:

- Pré-tratamento da água residual como preparação para o tratamento biológico, incluindo tamisação, desarenação/desengorduramento, concentração de gorduras, classificação de areias;
- Tratamento Biológico, constituído por reator anóxico/arejado e decantador secundário.

Será mantido o tratamento de lama e tratamento terciário existentes constituídos por espessador gravítico e lagoa de macrófitas, respetivamente.

A água residual doméstica a incluir na ampliação da ETAR, chega à ETAR a partir de emissário gravítico a reformular.

#### **5.2- Pré-tratamento**

O pré-tratamento preconizado para a Estação de Tratamento de Águas Residuais da Zona Industrial do Souto é dividido nas seguintes fases:

- by-pass* geral;
- tamisação;
- desarenação/desengorduramento da água residual;
- concentração de gorduras;

-classificação de areias.

À entrada da ETAR, a água residual afluenta é encaminhada para o tamisador incorporado na máquina combinada com malha de 6 mm, ou para o circuito de *by-pass*, servindo de proteção aos equipamentos eletromecânicos. A caixa de entrada da máquina combinada está munida de um descarregador ligado ao *by-pass* geral da ETAR. O tamisador permite efetuar a remoção de sólidos em suspensão através de equipamento de elevada qualidade, combinando a remoção dos sólidos com a compactação e lavagem dos mesmos, minimizando as tarefas de operação e manutenção associadas. A água residual é então rececionada na máquina combinada: o desarenador/desengordurador. Na conduta elevatória afluenta à ETAR é efetuada a medição do efluente bruto a partir do caudalímetro eletromagnético.

Os sólidos recolhidos no tamisador são transportados por parafuso sem fim para a zona de lavagem e finalmente compactados na cabeça do tamisador. Após compactação, os sólidos são retirados e descarregados num contentor.

A água residual removida de sólidos em suspensão é descarregada para a máquina combinada desarenadora/desengorduradora/classificadora de areias. Devido à diferença de densidades, o material insolúvel é recolhido à superfície do desengordurador por raspador superficial. Os sobrenadantes retirados da superfície do desengordurador são descarregados para um tanque de gorduras, e depois num contentor para posterior tratamento em unidade apropriada ou conduzidos a destino final. [23]

No fundo do tanque as areias sedimentadas são encaminhadas então para o exterior por atuação de dois parafusos transportadores, horizontal e inclinado. No parafuso inclinado é realizada a lavagem das areias antes destas serem descarregadas para um contentor.

Todas as escorrências são encaminhadas para a rede de escorrências da ETAR, com ligação à obra de entrada existentes do circuito de tratamento das águas residuais da Zona Industrial do Souto. Será implantada uma estação elevatória compacta em PRFV, para a incorporação das escorrências agora recolhidas na rede gravítica existente.

### **5.3- Tratamento biológico**

O tratamento de águas residuais através de um reator biológico anóxico/arejado é um processo de lamas ativadas a trabalhar em regime contínuo, em que a fase de sedimentação ocorre num decantador secundário. O processo de tratamento biológico da ETAR consiste um processo convencional.

O licor misto deste reator, será descarregado no sedimentador secundário. Deste, a lama é retirada para a recirculação de lamas biológicas, ou é retirada a lama em excesso. A lama em excesso é bombeada para um espessador gravítico de lamas, onde segue para tratamento. A escolha do circuito de lama é realizada pela manobra de válvulas de seccionamento motorizadas, que recebem as instruções do autómato.

O efluente proveniente do desarenador/desengordurador é misturado com o licor misto recirculado no reator, promovendo-se o ambiente necessário ao desenvolvimento de microorganismos com boas características de sedimentabilidade. Na fase seguinte, ocorre a fase de arejamento e reação, e promove-se a degradação completa da CBO e a nitrificação do azoto convertível. Para o arejamento será utilizado um sistema de arejamento composto por discos difusores, compressor de ar comprimido e respetivos circuitos. Para a agitação/recirculação do licor misto será utilizado um agitador do tipo recirculador.

Para a sedimentação, são criadas, no decantador secundário, condições para a separação das fases líquida e sólida, sendo que a fase líquida do licor será descarregada para a etapa seguinte do tratamento existente: a lagoa de macrófitas.

A recirculação será realizada entre a bombagem de lamas biológicas espessadas e o reator biológico.

### **5.4- Localização/implantação da ampliação da ETAR**

A realização da ampliação da ETAR, da Zona Industrial do Souto, teve como objetivo cumprir com as necessidades de tratamento face ao aumento de exigências de qualidade, e à insuficiência das infraestruturas, tentando minimizar os impactes na envolvente e os custos associados.

Assim, face ao local proposto, implantaram-se os novos órgãos de tratamento o mais próximo da via de acesso, numa área restringida, diminuindo a intervenção a realizar no terreno existente com ocupação da mancha existente, libertando o restante da área para um tipo de ocupação de natureza similar à já existente.

Na seleção do local de implantação das novas unidades de tratamento procuraram-se minimizar os custos de intervenção no local e integrar os órgãos na área disponível.

A solução adotada está naturalmente condicionada às exigências de capacidade e qualidade final.

### **5.5- Processo de tratamento**

O processo de tratamento na ETAR da Zona Industrial do Souto é constituído atualmente pelo (I) Tratamento da fase líquida e (II) Tratamento da fase sólida, como se explica em seguida.

#### **I) Tratamento da fase líquida**

##### **>A Gradagem**

- Remoção de sólidos no canal principal através de grade de malha fina (1 mm) de limpeza mecânica, do tipo transportador contínuo com uma inclinação de 45°;
- Canal de recurso equipado com grade de limpeza manual com espaçamento entre garras de 6mm:
- Remoção dos gradados para contentor por meio de parafuso transportador ou manualmente.

##### **>A Equalização e elevação do efluente**

- descarga de emergência;
- elevação do efluente através de dois grupos elevatórios, do tipo bombas submersíveis;
- medição do caudal do efluente gradado e elevado.

>O Tratamento primário

- coagulação, floculação e neutralização;
- flotação;
- remoção de gorduras para o contentor;
- encaminhamento das escorrências para a obra de entrada.

>O Tratamento secundário (biológico)

- lamas ativadas em regime de baixa carga, para oxidação biológica da matéria carbonácea e nitrificação do azoto amoniacal; o arejamento será efetuado por meio de arejador submersível radial;
- decantação secundária em órgão de planta quadrangular com fundo troncopiramidal;
- recirculação de lamas biológicas para montante do tanque de arejamento e medição do respetivo caudal.

> O Tratamento de afinação

- leito de macrófitas.

**(II) Tratamento da fase sólida**

O espessamento

- elevação das lamas em excesso para o silo espessador;
- medição das lamas a espessar;
- espessamento gravítico das lamas em excesso em silo espessador;
- encaminhamento do sobrenadante para a obra de entrada juntamente com as restantes escorrências e sobrenadantes.

Considerando que em função dos parâmetros de dimensionamento requeridos, o sistema de tratamento da ampliação da ETAR efetuará obrigatoriamente a nitrificação do azoto convertível e que o sistema proposto pelo seu funcionamento possibilita igualmente a desnitrificação, descreve-se de seguida.

#### **5.5.1- Remoção Biológica dos Nutrientes**

O azoto é um nutriente essencial para o crescimento de microorganismos, e será consumido para a produção de biomassa. O consumo é proporcional à carga orgânica (=CBO) da água residual e pode ser calculado aproximadamente de acordo com a relação BOD/N de 100/5.

As águas residuais municipais, contém muitas vezes além de compostos orgânicos carbonados, quantidades importantes de azoto. De acordo com a relação acima, apenas uma parte será consumida na produção de biomassa. A parte principal manter-se-á e será encontrada de novo no efluente final. A remoção é efetuada nas duas fases seguintes:

Numa primeira fase, o azoto orgânico e amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) são oxidados em Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ). Estas reações são levadas a cabo por microorganismos específicos e ocorrem apenas na presença de oxigénio. As reações necessárias para levar a cabo a conversão dos compostos de azoto orgânico e amoniacal em nitratos, são levadas a cabo no reator de arejamento, desde que devidamente dimensionado para permitir o desenvolvimento dessas reações.

No entanto, o azoto presente em diversas formas, e tendo sido transformado em nitratos nestas reações, ainda não foi removido da água residual, pelo que será necessária uma segunda fase de conversão.

Na segunda fase o nitrato é reduzido em  $\text{N}_2$  (gás azoto), e as reações necessárias, são levadas a cabo por microorganismos específicos, anaeróbicos facultativos e heterotróficos. O azoto é um gás inerte que será libertado da mistura lama/água residual. Estas reações apenas ocorrem na ausência de oxigénio livre, na presença de nitritos ou nitratos (=condições anóxicas) e na presença de fonte de Carbono (CBO).

Em resumo, o azoto originalmente presente na água residual como azoto orgânico ou amoniacal é transformado em nitrato num passo intermédio sendo finalmente removido pela redução do nitrato a gás azoto, que se liberta no sistema.

A alternância de fases anóxicas e arejadas, é necessária para levar a cabo o processo de remoção de azoto.

## 5.6-Dimensionamento Hidráulico-Sanitário dos Órgãos de Tratamento

### 5.6.1- Descrição sucinta dos novos órgãos da ETAR

A nova obra de entrada da ETAR da Zona Industrial do Souto é constituída por medição de caudal, tamisação, desarenação e desengorduramento. Os gradados retirados do tamisador, são elevados em parafuso sem-fim (integrado no próprio equipamento) e descarregados em contentor. As gorduras retiradas por raspador superficial são conduzidas para um tanque de gorduras de onde são retiradas para contentor para integrarem um processo de tratamento adequado.

Foi previsto um ponto de medição de caudal integrado na conduta elevatória, em que a medição é efetuada na tubagem única de compressão das bombas, em conduta a secção cheia, por medidor eletromagnético.

O afluente é encaminhado para a caixa de tamisação automática da máquina. Os gradados separados do tamisador, são lavados e compactados, antes de serem descarregados no contentor. A descarga dos gradados é efetuada graviticamente do lavador/ compactador para o contentor

As águas de lavagem são descarregadas para a rede de drenagem de escorrência existente na ETAR, seguindo o processo de tratamento.

A água residual previamente tamisada é conduzida para o desarenador/ desengordurador. As águas de lavagem e escorrência são descarregadas para a rede de drenagem de escorrência existente na ETAR, seguindo o processo de tratamento. Será implantada uma estação das escorrências elevatória compacta em PRFV, para incorporação das escorrências agora recolhidas da rede gravítica existente.

A função do desarenador / desengordurador é a separação e remoção de:

- materiais com densidade inferior à da água por flotação natural (óleos e gorduras), melhorada por arejamento, e
- materiais com densidade superior à da água por sedimentação gravítica.

Pela remoção destes componentes é protegida a fase de tratamento biológico a jusante, e o equipamento associado:

- Evitando a inibição da biomassa
- Evitando a acumulação de materiais flutuantes nos tanques de arejamento
- Prevenindo a acumulação de areias
- Prevenindo a desnecessária abrasão e desgaste do equipamento mecânico

O desarenador/ desengordurador adoptado é um sistema combinado, que permite retirar componentes sobrenadantes encontrados à superfície, e separar materiais mais pesados como areias, que possam sedimentar no fundo do tanque. Para facilitar a decantação das areias e elevação das gorduras à superfície, o tanque é equipado de um sistema de injeção de ar através de tubos perfurados (furos de 1.5 a 3 mm) colocados no fundo do tanque e alimentados por um compressor externo.

A remoção das areias é realizada por um parafuso transportador horizontal localizado no fundo do tanque, que encaminha as areias que se vão depositando no fundo para outro parafuso extrator de areais que as encaminha então para o exterior, onde serão recolhidas num contentor. No parafuso inclinado também será realizada a lavagem das areias.

A remoção das gorduras do efluente é feita com uma lâmina acionada por um motoredutor que efetua um movimento de translação á superfície do liquido e ao longo do comprimento do equipamento, removendo e encaminhando as gorduras flutuantes para um compartimento de saída específico. Os óleos e gorduras são removidos e enviados os sobrenadantes para o tanque de gorduras.

O efluente depois da remoção dos gradados, areias e gorduras, é descarregado para a próxima etapa do tratamento.



### **5.6.2- Tratamento biológico**

O tratamento biológico proposto para a ampliação, que inclui também remoção de azoto, será efetuado num reator biológico, com tanque anóxico/ arejado, onde serão promovidas as reações processuais necessárias conforme anteriormente referido.

Para um bom funcionamento processual é necessário manter um tempo de retenção de células no sistema mínimo de 10 dias, que conduz a uma volumetria total necessária de 270 m<sup>3</sup>, conforme cálculos apresentados na seção seguinte.

Para os tempos de retenção de sólidos definidos, no reator biológico ir-se-á verificar a existência de organismos nitrificantes, razão pela qual é apresentado o dimensionamento do sistema considerando a remoção de azoto.

O reator biológico será munido de sistema de arejamento constituído por sistema de arejamento composto por discos difusores submersíveis colocados no tanque arejado. A agitação será realizada a partir de um agitador do tipo “banana blade”.

A decantação do efluente será realizada num decantador secundário com volume de 21 m<sup>3</sup>, de modo a proporcionar a sedimentação da lama para poder ser recirculada para o reator biológico ou enviado para o espessamento.

O efluente final, proveniente do novo reator biológico, prosseguirá para a seguinte etapa de afinação, constituída pela lagoa de macrófitas.

A partir da bombagem de lamas ativadas, a lama em excesso é retirada por bomba submersível para o espessador gravítico existente.

## **5.7- Dimensionamento hidráulico-sanitário dos órgãos de tratamento**

### **5.7.1-Tamisagem**

#### Caixa de entrada

A água residual é aduzida ao transmissor/ lavador/ compactador, com malha de 36 mm. Em situações pontuais de necessidade de manutenção do tamisador, a água residual pode seguir pelo *by-pass* do tamisador.

### Características do tamisador automático

O tamisador permite remover as partículas sólidas finas em suspensão na água residual. A lavagem do tamisador é feita automaticamente. Os sólidos são compactados e descarregados num contentor.

Tamisação		
Características	Unidade	Valor
Quantidade	#	1
Caudal	m <sup>3</sup> /h	24,14
Espaçamento	Mm	6
Ângulo de instalação	°	45
Desidratação e compactação dos gradados	%	De 30 a 45
Material do equipamento		AISI 304
Produção dos gradados	l gradados/ 1000 m <sup>3</sup>	100
Gradados produzidos	l /dia	16

Após compactação, os gradados serão descarregados diretamente em contentores, e enviados para o destino final compatível.

### **5.7.2-Desarenador/ Desengordurador**

O desarenador/desengordurador adotado consiste num sistema combinado, que permite retirar componentes sobrenadantes encontrados à superfície, e separar materiais mais pesados como areias, que possam sedimentar no fundo do tanque.

Para facilitar a decantação das areias e elevação das gorduras à superfície, o tanque é equipado de um sistema de injeção de ar através de tubos perfurados colocados no fundo do tanque e alimentados por um soprador externo.

A remoção das areias é realizada por um parafuso transportador horizontal localizado no fundo do tanque, que encaminha as areias que se vão depositando no fundo para outro parafuso extrator de areias inclinado que as encaminha então para o exterior, onde serão

recolhidas num contentor. No parafuso inclinado também será realizada a lavagem das areias.

A remoção de gorduras do efluente é feita com uma lâmina acionada por um motorreductor que efetua um movimento de translação à superfície do líquido e ao longo do comprimento do equipamento, removendo e encaminhando as gorduras flutuantes para um compartimento de saída específico.

O efluente depois da remoção dos gradados, areias e gorduras, é descarregado para a próxima etapa do tratamento.

Desarenação/ Desengorduramento		
Características	Unidade	Valor
Número de unidades	#	1
Produção de areias	l areias/1000m <sup>3</sup>	100
Areias produzidas	l/dia	16
Produção de gorduras	l gorduras/1000m <sup>3</sup>	100
Gorduras produzidas	l/dia	16

### 5.7.3- Tratamento biológico

O tratamento biológico terá como objetivo efetuar o tratamento da água residual proveniente da Estação elevatória de Águas Residuais Domésticas, cumprindo os valores limites de descarga impostos. Adicionalmente o sistema proposto permite ainda a remoção de nutrientes (azoto).

Nos pontos seguintes, apresentam-se sumariamente os cálculos de dimensionamento do sistema proposto.

#### Dados de base

Os dados de base para o tratamento biológico, são os seguintes:

Parâmetro	Unidade	Valor
Caudal	m <sup>3</sup> /dia	160
Caudal ponta	m <sup>3</sup> /h	24,14
CBO	Kg/dia	48
SST	Kg/dia	56
Azoto	Kg/dia	11
Fósforo	Kg/dia	2

Alimentação ao tanque anóxico/arejado

Parâmetro	Unidade	Valor
CBO	Kg/dia	48
N entrada	Kg/dia	11
N a remover	Kg/dia	6

### Dimensionamento do volume de arejamento

Para o dimensionamento do volume de reação do processo de lamas ativadas, considerou-se o volume necessário para nitrificação, o volume necessário para a desnitrificação e verificou-se necessário para remoção de matéria carbonada.

Parâmetro	Unidade	Valor
Caudal diário	m <sup>3</sup> /dia	160
CBO	Kg/dia	48
Azoto Kjedhal	Kg/dia	11
MLSS	mg/l	5000
SVI	ml/g	150
Temperatura média de Inverno	°C	12
Temperatura máxima de Verão	°C	22
Concentração mín. de OD	mg/l	2,0
Volume total adotado	m <sup>3</sup>	270
Carga mássica F/M	Kg CBO5/kg MLSS.d	0,11
Carga volúmica	Kg CBO5/m <sup>3</sup> .d	0,28
Produção de lamas	Kg/dia	44,67
Prod. especif. lamas biológicas	Kg MLSS/kg CBO5	16,67

A otimização do processo é parametrizável, a partir das sondas de oxigénio e potencial redox.

### Cálculo das necessidades em oxigénio

A quantidade total de Oxigénio necessário ao sistema, foi calculada tendo por base os seguintes fatores de cálculo.

Parâmetro	Unidade	Valor
Caudal diário	m <sup>3</sup> /dia	160
CBO	Kg/dia	48
Respiração de substrato	Kg O <sub>2</sub> /Kg CBO removido	0,6
Respiração endógena	Kg O <sub>2</sub> /Kg MLVSS.d	84
Nitrificação/desnitrificação	Kg O <sub>2</sub> /Kg N removido	4,6
Concentração de biomassa	gMLSS/L	5
Necessidades em Oxigénio		
Respiração de substrato	Kg O <sub>2</sub> /dia	26
Respiração endógena	Kg O <sub>2</sub> /dia	75
Nitrificação/desnitrificação	Kg O <sub>2</sub> /dia	14
TOTAL AOR	Kg O <sub>2</sub> /dia	116
Após conversão		
SOTR	Kg O <sub>2</sub> /dia	229
	Kg O <sub>2</sub> /h	18

### **5.7.4- Tratamento de Lama**

O tratamento de lama na ETAR da Zona Industrial do Souto existente consiste no espessamento gravítico das lamas. Este tratamento será mantido.

### **5.7.5 - Espessamento**

A lama biológica em excesso é enviada para o espessador gravítico de lamas a partir de bomba submersível instalada no fundo do decantador secundário, com um caudal de 5,56m<sup>3</sup>/h. Esta bomba também permite a recirculação de lamas ao reator biológico.

### 5.7.6- Descarga Final

A água tratada no reator biológico é encaminhada para a linha de água.

## 5.8 - Equipamento Eletromecânico do Tratamento Biológico e Desinfecção do Efluente Final

### Lista dos equipamentos

Unidade	Quantidade	Função	Capacidade	Potência instalada (kW)
Sistema de arejamento	1	Difusores de Arejamento	255 m <sup>3</sup> /h 550 mbar	/
Compressor de arejamento	1	Arejamento	255 m <sup>3</sup> /h 550 mbar	5,5
Agitador/recirculador submersível	1	Agitação do tanque arejado	/	2,3
Bomba de lama em excesso	1	Bombagem de lama em excesso para o espessador/recirculação	20 m <sup>3</sup> /h	2,2





## **6 - Conclusão**

Com o término das duas componentes constituintes do mestrado, curso de especialização e componente de estágio, sendo o estágio realizado em contexto laboral, ambas foram essenciais para a aquisição, de conhecimentos do estagiário nesta área de intervenção.

A fase de integração no processo da empresa e na ação do estudo da ETAR e na ação do projeto elétrico e funcionamento dos órgãos da ETAR foi muito importante para completar toda a formação académica que tenho vindo a adquirir

Tratou-se de um processo que possibilitou a execução de várias tarefas onde se conjugaram a componente teórica e a prática adquirida com o acompanhamento da obra da parte da ampliação mais propriamente na construção do reator biológico.

Durante a realização do estágio e com o aparecimento de várias dúvidas, sobre várias matérias, foi gratificante contar com o apoio prestado pelo orientador de estágio, funcionários da câmara e os colaboradores da empresa que executaram a obra de ampliação, sem os quais o presente estágio teria sido bem menos interessante e certamente menos produtivo.

Desta forma, é possível afirmar que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos, graças ao apoio prestado pela instituição de ensino e a empresa de acolhimento do estágio.

Concluindo, o estagio na Câmara Municipal foi importante por possibilitar o contato entre o estagiário e o envolvimento no meio profissional, apresentando diversas áreas de atuação, após a licenciatura em Engenharia eletrotécnica, principalmente no que diz respeito ao estudo e dimensionamento de uma ETAR.

### **6.1 – Perspetivas de Futuro**

Nesta fase da formação do estagiário com um determinado grau de conhecimento adquiridos, a mudança é constante e permanente, pelo que a formação, a aquisição e atualização dos conhecimentos deverá fazer sempre parte do quotidiano profissional.

Com o relatório de estagio conclui-se mais uma etapa. No entanto, não se trata de um ponto final nesta relação que manteve com esta empresa, uma vez que durante o estágio fui

adquirido conhecimentos com o acompanhamento da obra e a execução da ampliação e ainda a elaboração do projeto, que no entanto, no futuro, numa possível avaria, poderei de alguma forma ajudar na resolução dos problemas que venham a existir no seu funcionamento, auxiliando o responsável pela ETAR e o Encarregado das instalações elétricas da mesma.

## **6.2 – Contribuição dos conhecimentos adquiridos na formação Académica para o estágio.**

O presente relatório de estágio transcreve o solidificar de conhecimentos adquiridos durante a vida académica, no decorrer da licenciatura em Engenharia eletrotécnica e computadores e no mestrado em Engenharia Eletrotécnica com a especialização no ramo de Controlo e Eletrónica Industria nomeadamente nas unidades curriculares de instalações elétricas, projeto de instalações e Controlo, entre outras.

Após os conhecimentos adquiridos no decurso da formação académica o estagiário considera que faltava esta importante experiência profissional, para melhor estabelecer a relação entre o ensino e o mundo do trabalho.

O Estagiário considera ainda que durante o percurso académico, tendo participado em vários diálogos com professores e alunos que já desempenhavam tarefas na área de Projetos elétricos, nada poderia ter maior valor do que verificar, no terreno o cumprimento das regras técnicas, adoção de procedimentos e medidas de controlo, bem como métodos utilizados de forma a rentabilizar os recursos.

## Referências Bibliográficas

- [1] Michel Cappre (Malestrom) – Electric Power Systems (2009)
- [2] <http://www.edp.pt/pt/empresas/precolivre/energiacorporate/Pages/EnergianaEDPComercial.aspx>
- [3] <http://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-das-energias-renovaveis/>
- [4] [http://www.infopedia.pt/\\$central-termoelectrica](http://www.infopedia.pt/$central-termoelectrica)
- [5] <http://novafloresta.blogspot.pt/2005/05/torres-de-refrigerao.html>
- [6] <http://www.slideshare.net/josemagalhaes/central-termoelectricas-3524157>
- [7] <https://woc.uc.pt/deec/getFile.do?tipo=2&id=11128>
- [8] [http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID\\_conteudo=13&ID\\_area=3&ID\\_sub\\_area=7](http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=13&ID_area=3&ID_sub_area=7)
- [9] <http://umanovaalternativa.com.sapo.pt/energia%20maremotriz.html>
- [10] [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052011000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052011000200007&script=sci_arttext)
- [11] [http://www.cm-peniche.pt/\\_uploads/PDF\\_Noticias/Energia\\_Ondas.pdf](http://www.cm-peniche.pt/_uploads/PDF_Noticias/Energia_Ondas.pdf)
- [12] <http://reenergeticos-maremotriz.blogs.sapo.pt/>
- [14] <http://energiaelectrica.no.sapo.pt/transpen.htm>
- [15] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Transformador>
- [16] [http://www.ren.pt/vPT/Electricidade/Transporte/Pages/electricidade\\_transporte.aspx](http://www.ren.pt/vPT/Electricidade/Transporte/Pages/electricidade_transporte.aspx)
- [17] [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/1920/1/Electricista\\_04.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/1920/1/Electricista_04.pdf)
- [18] <http://dre.pt/pdf1s/2007/11/21100/0797807984.pdf>
- [19] <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/189234/1/dissertacao.pdf>

[20] [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/Divulgacao/Publicacoes/Guias%20e%20Manuais/guia\\_ETAR\\_final.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/Guias%20e%20Manuais/guia_ETAR_final.pdf)

[21] <http://www.aguasdocentro.pt/etar.asp>

[22] Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano - José de Saldanha Matos - Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico.

[23] Documentos” Consulta do Projeto da ETAR – Câmara Municipal De Vila De Rei.

Documento “Energia Eólica” da Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores -  
<https://woc.uc.pt/deec/getFile.do?tipo=2&id=5674>

[http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd\\_2010\\_11/files/QUI606\\_relatorio.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2010_11/files/QUI606_relatorio.pdf)

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Aerogerador>

[http://aero-mini.blogspot.com/2009/11/constituicao-de-um-aerogerador\\_27.html](http://aero-mini.blogspot.com/2009/11/constituicao-de-um-aerogerador_27.html)

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\\_eólica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_eólica)

<http://www.dgge.pt>